

明 細 書

反射型偏光板、積層光学部材及び液晶表示装置

技術分野

- [0001] 本発明は、パーソナルコンピュータ等のディスプレイとして使用される液晶表示装置、並びにかかる液晶表示装置に好適な光学部材及び反射型偏光板に関するものである。

背景技術

- [0002] 現在、広く一般に使用されている液晶表示装置として、2枚の透明基板の間にネマチック液晶を挟持して液晶セルを構成し、このセルの両面に偏光板を配置した構造のパネルがある。このパネルと駆動用のLSI及びバックライトを組み合わせることにより、液晶表示装置が構成される。かかる液晶表示装置の例を図1に断面模式図で示す。この例では、2枚の透明基板11、12の片面にそれぞれ透明電極14、15を形成し、それらの透明電極を対向させ、その間に液晶17を挟持して、液晶セル10が構成されている。この液晶セル10の両面に背面側偏光板21及び前面側偏光板22を貼り合わせ、さらに背面側偏光板21の裏面にバックライト40を配置して、液晶表示装置50が構成されている。
- [0003] ところで、このような液晶表示装置は、バックライトから発せられる光の利用効率が必ずしも高いとはいえない。これは、バックライト40から発する光のうち50%以上が背面側偏光板21によって吸収されるためである。そこで、液晶表示装置におけるバックライト光の利用効率を高めるため、図2に示す如く、背面側偏光板21とバックライト40の間に、反射型偏光板45を配置する構成が知られている。図2は、図1に示す液晶表示装置50において、背面側偏光板21の裏面(バックライト40側)に反射型偏光板45を貼り合わせたものであり、その他の符号は図1と同様なので、説明は省略する。
- [0004] 反射型偏光板45は、ある種の偏光光を反射し、それと逆の性質を示す偏光光を透過するものである。反射型偏光板45を透過した光が、直線偏光として偏光板(通常は吸収型偏光板)21を透過するように軸合わせをしておく。そして、図2に示すように、偏光板21だけを配置した場合にはこの偏光板21で吸収されてしまう偏光光を、反

射型偏光板45で反射させてバックライト40側へ戻し、反射させて再利用してやることにより、バックライト40から発する光の利用効率を高めている。

- [0005] このような反射型偏光板としては、例えば、特開平 6-281814 号公報(特許文献1)や特開平 8-271731 号公報(特許文献2)に記載されているコレステリック液晶層と1/4波長板を組み合わせた反射型偏光板、特表平 9-506837 号公報(WO 95/17303、特許文献3)や特表平 10-511322号公報(WO 96/19347、特許文献4)に記載されている複屈折層と等方性層の多重積層膜からなる反射型偏光板、特表 2000-506990号公報(WO 97/32224、特許文献5)に記載されている等方性粒子相が復屈折連続媒体に分散された反射型偏光板などが知られている。
- [0006] コレステリック液晶層と1/4波長板を組み合わせた反射型偏光板は、コレステリック液晶の螺旋ピッチに対応した波長の右(又は左)円偏光を透過して1/4波長板で直線偏光に変換し、左(又は右)円偏光を反射する。しかし、この反射型偏光板では、特許文献2の第7段落に記載されているように、可視光全域にわたって、コレステリック液晶層を透過した右(又は左)円偏光を1層の1/4波長板によって直線偏光に変換することは困難である。この困難を解決するためには、複数の1/4波長板を重畳して形成する必要がある。複数の1/4波長板を重畳する場合、製造工程が複雑になり、また1/4波長板間で剥離を生ずる可能性があるなどの問題を抱えることとなる。
- [0007] 複屈折層と等方性層の多重積層膜からなる反射型偏光板では、数百層の交互積層構造を形成する必要がある、大がかりな製造設備が必要となる。また、異なる材料が積層されているため、層間で剥離が生じやすいという問題もある。
- [0008] 等方性粒子相が復屈折連続媒体に分散された反射型偏光板は、比較的容易に製造でき、層間剥離は生じにくい。しかし、連続媒体が大きな複屈折を示す1軸配向した物質である場合、分散相の体積分率の増加に伴って、著しい強度の低下が起こり、フィルムの形態を維持できなくなるおそれがある。このため、分散相の体積分率を低く抑える必要が生じ、偏光分離効率を高めることが難しいという問題を抱えている。
- [0009] 特許文献1:特開平6-281814号公報

特許文献2:特開平8-271731号公報

特許文献3:特表平9-506837号公報

特許文献4:特表平10-511322号公報

特許文献5:特表2000-506990号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0010] 前記の問題点に鑑み、本発明の目的は、液晶表示装置において光の利用効率を高めることができ、製造が比較的簡単で、層間剥離などの問題が生じにくい反射型偏光板を提供することにある。
- [0011] 本発明のもう一つの目的は、かかる反射型偏光板に他の光学機能を示す光学層を積層することにより、液晶表示装置の光の利用効率を高めることができる光学部材を提供することにある。
- [0012] さらに本発明のもう一つの目的は、この反射型偏光板が積層された光学部材を用いて、バックライト光の利用効率が高められた液晶表示装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0013] そこで本発明によれば、長軸方向に垂直な断面の形状が多角形又は実質的に円であり、アスペクト比が2以上で長軸方向と短軸方向の屈折率差が0.05以上である多角柱体又は円柱体からなる複数の複屈折体を備えており、複数の複屈折体が、支持媒体中でほぼ同一方向を向いて分散配列しており、該複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円である場合には、複数の複屈折体は、前記断面でいずれの一つを見たときも、互いに円柱の側面で接する別の少なくとも二つの複屈折体とそれぞれ円柱の側面で接していることを特徴とする反射型偏光板が提供される。
- [0014] この反射型偏光板において支持媒体中に分散配列する複屈折体は、その長軸方向に垂直な断面の形状が多角形の繊維であることができる。この繊維は、少なくとも二辺の長さがほぼ等しい三角形の断面形状を有し、それが反射型偏光板の面内でほぼ平行に、かつ隣り合う繊維の断面三角形における頂点同士が接するように配列しているのが好ましく、また繊維の長軸に垂直な反射型偏光板の厚さ方向断面においては、頂点同士が接する断面三角形の繊維で囲まれる支持媒体は六角形になっ

ているのが好ましい。この六角形がほぼ正六角形となるようにすることもできる。この場合、支持媒体中に分散配列する上記の繊維は、ほぼ正三角形の断面形状を有し、それが反射型偏光板の面内でほぼ平行に、かつ隣り合う繊維の断面正三角形における頂点同士が接するように配列しており、そして繊維の長軸に垂直な反射型偏光板の厚さ方向断面において、頂点同士が接する断面三角形の繊維で囲まれる支持媒体がほぼ正六角形である状態となる。

[0015] また、支持媒体中に分散配列する上記の繊維は、少なくとも二辺の長さがほぼ等しい三角形の断面形状を有し、それが反射型偏光板の面内でほぼ平行に、かつ隣り合う繊維の断面三角形における頂点同士が接するように配列しており、繊維の長軸に垂直な反射型偏光板の厚さ方向断面において、頂点同士が接する断面三角形の繊維で囲まれる支持媒体は二辺の長さがほぼ等しい三角形になっているものも有効である。

[0016] さらに、支持媒体中に分散配列する上記の繊維は、四辺の長さがほぼ等しい四角形の断面形状を有し、それが反射型偏光板の面内でほぼ平行に、かつ隣り合う繊維の断面四角形における頂点同士が接するように配列しており、繊維の長軸に垂直な反射型偏光板の厚さ方向断面において、頂点同士が接する断面四角形の繊維で囲まれる支持媒体は四辺の長さがほぼ等しい四角形になっているものも有効である。

[0017] また、この反射型偏光板では、複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円である場合には、複屈折体の長軸方向に垂直な断面において直接接する三つの円の中心を結ぶ三角形は、少なくとも二辺の長さがほぼ等しくなっていることが好ましい。なかでも、複屈折体の長軸方向に垂直な断面において直接接する三つの円の中心を結ぶ三角形は、三辺の長さがほぼ等しくなっていることがより好ましい。このように、直接接する三つの複屈折体の長軸方向に垂直な断面における各々の円の中心を結んだときに三辺の長さがほぼ等しい三角形、すなわち、ほぼ正三角形が形成されることは、それぞれの円の径がほぼ等しいことを意味し、とりわけ、このような円の径がほぼ等しい円柱体が最密充填された構造であるものが好ましい。別の表現をすれば、かかる好ましい構造において、複数の複屈折体は、長軸方向に垂直な断面における円の径がそれぞれほぼ等しい円柱体であり、当該断面において最表面

層より内側に位置する複屈折体は、別の6個の円柱体である複屈折体と円柱の側面で接していることになる。これらの反射型偏光板における複屈折体は、繊維であることができる。

- [0018] 上記したそれぞれの反射型偏光板において、複屈折体の長軸方向の屈折率と短軸方向の屈折率のいずれか一方が、支持媒体の屈折率とほぼ一致するように材料を選択するのが好ましい。
- [0019] これらの反射型偏光板は、他の光学機能を示す光学層と積層して、積層光学部材とすることができる。積層される光学層は、例えば、吸収型偏光板あるいは位相差板である。さらに、反射型偏光板の一方の面に吸収型偏光板を積層し、他方の面に位相差板を積層することもできる。
- [0020] これらの積層光学部材は、液晶セルと組み合わせて液晶表示装置とすることができる。そこで本発明によれば、反射型偏光板と他の光学層との積層体である上記いずれかの積層光学部材が、液晶セルに配置されてなる液晶表示装置も提供される。

発明の効果

- [0021] 本発明の反射型偏光板は、簡便な方法で複屈折体を実質的に一方向に分散すると共に配向した構造体を形成することができ、さらには異なる材料間の界面が単純な平面でないことに由来して、剥離が生じにくい。また、複屈折体を固着する支持媒体が等方性を示す物質で構成されており、複屈折体の体積分率の増加に伴う強度の低下が比較的小さく、複屈折体の体積分率を高めることが容易である。さらに、この反射型偏光板を、吸収型偏光板を備えた液晶パネルの観察者側とは反対側に配置することにより、光の利用効率が向上することに由来して、輝度が高く、電力消費を小さくすることができる液晶表示装置を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0022] [図1]従来の液晶表示装置の例を示す断面模式図である。
- [図2]図1の液晶表示装置に反射型偏光板を配置して、バックライト光の利用効率を高める場合の例を示す断面模式図である。
- [図3]本発明の実施の形態に係る反射型偏光板の透過軸に平行な厚さ方向断面の例を示す模式図である。

[図4]本発明の実施の形態に係る反射型偏光板の別の例を示す断面模式図である。

[図5]本発明の実施の形態に係る反射型偏光板のもう一つ別の例を示す断面模式図である。

[図6]本発明の実施の形態に係る反射型偏光板のさらに別の例を示す断面模式図である。

[図7]本発明の実施の形態に係る反射型偏光板のさらにもう一つ別の例を示す断面模式図である。

[図8]本発明の実施の形態に係る反射型偏光板のもう1つさらに別の例を示す断面模式図である。

[図9](a)部は、図7の一部を拡大し、各円と隣接する円の中心を結ぶ三角形の関係を模式的に示す図であり、(b)部は、図8の一部を拡大し、各円と隣接する円の中心を結ぶ三角形の関係を模式的に示す図である。

[図10]本発明の実施の形態に係る積層光学部材の例を示す断面模式図である。

[図11]本発明の実施の形態に係る液晶表示装置の例を示す断面模式図である。

[図12](a)部、(b)部および(c)部は、実施例1で計算に用いた系の概要を示す図である。

[図13](a)部、(b)部および(c)部は、実施例2で計算に用いた系の概要を示す図である。

[図14](a)部、(b)部および(c)部は、実施例3で計算に用いた系の概要を示す図である。

[図15](a)部、(b)部および(c)部は、実施例4で計算に用いた系の概要を示す図である。

[図16](a)部、(b)部および(c)部は、実施例5で計算に用いた系の概要を示す図である。

[図17](a)部、(b)部および(c)部は、実施例6で計算に用いた系の概要を示す図である。

[図18](a)部、(b)部および(c)部は、比較例1で計算に用いた系の概要を示す図である。

符号の説明

- [0023] 10……液晶セル、
11, 12……透明基板、
14, 15……透明電極、
17……液晶、
21, 22……吸収型偏光板、
25……位相差板、
30……反射型偏光板、
31, 32……複屈折体、
33……支持媒体、
35……積層光学部材、
40……バックライト、
45……反射型偏光板(従来)、
50……液晶表示装置。

発明を実施するための最良の形態

- [0024] 本発明を実施するための最良の形態を説明するにあたり、支持媒体中で分散配列している複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が多角形の場合と実質的に円である場合を実施の形態において、分けて、まず順に説明する。また、引き続く実施の形態においては、上記2つの場合について、併せて説明する。

- [0025] <支持媒体中で分散配列している複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が多角形の場合>

本発明の実施の形態においては、複屈折体を支持媒体中に分散配列させて、反射型偏光板とする。この複屈折体は、断面形状が多角形で、アスペクト比が2以上のものである。ここで、アスペクト比は、好ましくは5以上であり、さらに好ましくは10以上である。アスペクト比は、短軸径に対する長さの比であるが、本発明の実施の形態では断面形状が多角形の複屈折体を用いるため、その短軸径は、その多角形の外接円の直径と定義する。このように断面が多角形で細長い形状の複屈折体を用い、さらにその屈折率を適切に選択すれば、その細長い方向と平行な向きに振動する直線

偏光を反射し、その細長い方向と直交する向きに振動する直線偏光を透過するようになる。

- [0026] 本発明の実施の形態に係る反射型偏光板の断面構造の具体例を、図3ー図6に示す。これらの例は、反射型偏光板の白抜き両矢印で示される透過軸に平行な厚さ方向断面を模式的に示したものである。これらの図に示すように、本発明の反射型偏光板30では、断面形状が多角形の複屈折体31(黒く塗られている部分)が、支持媒体33(白色の部分)の中に分散配列している。
- [0027] 図3は、本発明の実施の形態に係る反射型偏光板の透過軸に平行な厚さ方向断面の例を示す模式図であって、この例では、反射型偏光板30の透過軸に平行な厚さ方向断面において、二辺の長さがほぼ等しい三角形の断面形状を有する複屈折体31が、その反射型偏光板30の面内でほぼ平行に、かつ隣り合う複屈折体31の断面三角形における頂点同士が接するように配列しており、この断面において、頂点同士が接する断面三角形の複屈折体31で囲まれる支持媒体33が六角形になっている。
- [0028] 図4は、本発明の実施の形態に係る反射型偏光板の別の例を示す断面模式図であって、この例では、反射型偏光板30の透過軸に平行な厚さ方向断面において、三辺の長さがほぼ等しい三角形(ほぼ正三角形)の断面形状を有する複屈折体31が、その反射型偏光板30の面内でほぼ平行に、かつ隣り合う複屈折体31の断面三角形における頂点同士が接するように配列しており、この断面において、頂点同士が接する断面三角形の複屈折体31で囲まれる支持媒体33がほぼ正六角形になっている。
- [0029] 図5は、本発明の実施の形態に係る反射型偏光板のもう一つ別の例を示す断面模式図であって、この例では、反射型偏光板30の透過軸に平行な厚さ方向断面において、二辺の長さがほぼ等しい三角形の断面形状を有する複屈折体31が、その反射型偏光板30の面内でほぼ平行に、かつ隣り合う複屈折体31の断面三角形における頂点同士が接するように配列しており、この断面において、頂点同士が接する断面三角形の複屈折体31で囲まれる支持媒体33は、二辺の長さがほぼ等しい三角形になっている。
- [0030] 図6は、本発明の実施の形態に係る反射型偏光板のさらに別の例を示す断面模式

図であり、この例では、反射型偏光板30の透過軸に平行な厚さ方向断面において、四辺の長さがほぼ等しい四角形の断面形状を有する複屈折体31が、その反射型偏光板30の面内でほぼ平行に、かつ隣り合う複屈折体31の断面四角形における頂点同士が接するように配列しており、この断面において、頂点同士が接する断面四角形の複屈折体31で囲まれる支持媒体33は、四辺の長さがほぼ等しい四角形になっている。

[0031] 図3～図6において、反射型偏光板30の厚さは、符号tで示されている。図3と図4に示す例は、別の表現をすれば、反射型偏光板30の透過軸に平行な厚さ方向断面において、複屈折体31の断面である三角形が厚さ方向で交互に向きを変えて積み重なった状態といえる。一方、図5に示す例は、反射型偏光板30の透過軸に平行な厚さ方向断面において、複屈折体31の断面である三角形が厚さ方向で同じ向きに積み重なった状態といえる。また図6に示す例は、反射型偏光板30の透過軸に平行な厚さ方向断面において、複屈折体31の断面である四角形が厚さ方向で同じ向きに積み重なった状態といえる。

[0032] 本明細書において、少なくとも二辺の長さがほぼ等しい三角形は、ほぼ二等辺三角形やほぼ正三角形を包含する概念であり、また四辺の長さがほぼ等しい四角形は、ほぼ菱形やほぼ正方形を包含する概念である。さらに、二辺、三辺又は四辺が「ほぼ等しい」とは、それらの辺の長さが完全に一致する場合を包含するほか、一つの辺に対して他の辺の長さが+10%程度から-10%程度(±10%程度)程度までの変動は許容されることを意味する。さらにまた、「ほぼ二等辺三角形」とか、「ほぼ正三角形」とか、「ほぼ正六角形」とか、「ほぼ菱形」とか、「ほぼ正方形」とかというときの「ほぼ」は、当該多角形を中心に頂点の角度(二等辺三角形の場合は、本来等しくなるはずの二つの角度)が+10度程度から-10度程度(±10°程度)までの変動は許容されることを意味する。当該多角形は各辺が直線であることが前提であるが、繊維の製造上、各辺が若干の曲線性を帯びることもあるため、この意味合いを「ほぼ」という言葉で表すこととする。その他、角度を表すときに「ほぼ」が付されている場合も同様に、表示の角度を中心に+10度程度から-10度程度(±10°程度)までの変動は許容されることを意味する。

- [0033] 複屈折体31は繊維で構成することができる。また支持媒体33は、透明であって、複屈折体31に対して良好な密着性を示すものであればよい。複屈折体31は、その断面形状が多角形のものであるが、中でも、少なくとも二辺の長さがほぼ等しい三角形、四辺の長さがほぼ等しい四角形、又はほぼ正多角形の断面形状を有するものが好ましく、さらには、ほぼ正三角形の断面形状を有するものが好ましい。多角形の一辺の長さは、可視光の波長より大きくすることが必要であり、好ましくは1マイクロメートル(μm)以上、さらに好ましくは5マイクロメートル(μm)以上である。多角形の一辺の長さが1マイクロメートル(μm)を下回ると、良好な偏光分離能が得られない。複屈折体31は、長軸方向(複屈折体の長さ方向)と短軸方向(多角形の直径方向)の屈折率差が0.05以上であることが必要であり、この屈折率差は、好ましくは0.1以上、さらに好ましくは0.2以上である。
- [0034] 本発明の実施の形態では、複屈折体31を支持媒体33中に分散配向させて、反射型偏光板30とするのであるが、実質的に複屈折体31が一方向に配向した構造とすることが好ましく、さらには、複屈折体31が密に充填されていることがより好ましい。とりわけ、図4に示した如く、正三角形の断面形状を有する複屈折体31が面内でほぼ平行に、かつ隣り合う複屈折体31の断面正三角形における頂点同士が接するように配列しているのが好ましく、また複屈折体31の長軸に垂直な反射型偏光板の厚さ方向断面においては、頂点同士が接する断面三角形の複屈折体31で囲まれる支持媒体33がほぼ正六角形になっているのが好ましい。図3〜図5に示すような構造体における三角形の各頂点は、一辺の長さの半分以上程度で、上下左右斜め方向にズレが生じていても構わない。また、図6に示すような構造体においても同様に、四角形の各頂点は、一辺の長さの半分以上程度で、上下左右斜め方向にズレが生じていても構わない。
- [0035] 図3及び図4に示す如く、二等辺三角形又は正三角形の断面形状を有する複屈折体31が面内でほぼ平行に、かつ隣り合う複屈折体31の断面三角形における頂点同士が接するように、三角形が交互に厚さ方向の向きを変えて積み重なった状態で配列している場合、また図5及び図6に示す如く、三角形又は四角形の断面形状を有する複屈折体31が面内でほぼ平行に、かつこれらの形状が厚さ方向で同じ向きに

積み重なった状態で配列している場合には、それらの複屈折体31の反射型偏光板30における厚さ方向の層数は、この反射型偏光板30の面に垂直に平行光が入射し、かつ散乱因子を考慮しないでよい程度の径であれば、1層だけでも比較的高い偏光分離能が得られる。したがってこの層数は、1〜100層程度から適宜選択すればよい。ただ、完全な平行光を入射させることが現実には難しいため、ある程度の層数を確保するのが好ましく、例えば3層以上、さらには5層以上であるのが好ましい。図3〜図6に示した例は、複屈折体31が厚さ方向に約21層積み重なった状態となっている。図3及び図4において、断面が六角形になっている支持媒体33の層でいえば、約10.5層積み重なった状態になっている。

[0036] <支持媒体中で分散配列している複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円である場合>

本発明の実施の形態においては、複屈折体を支持媒体中に分散配列させて、反射型偏光板とする。この複屈折体は細長い構造を有し、その長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円であり、アスペクト比が2以上のものである。ここでアスペクト比は、好ましくは5以上であり、さらに好ましくは10以上である。アスペクト比は、短軸径に対する長さの比で表され、本発明では、断面形状が実質的に円である円柱体からなる複屈折体を採用するので、その円の直径が短軸径となる。このように断面が実質的に円である細長い円柱体形状の複屈折体を用い、それらの複数が密に充填される構造とし、さらにその複屈折体の屈折率を適切に選択すれば、その細長い方向と平行な向きに振動する直線偏光を反射し、その細長い方向と直交する向きに振動する直線偏光を透過するようになる。

[0037] 本発明の実施の形態に係る反射型偏光板の断面構造の具体例が、図7及び図8に示されている。これらの例は、反射型偏光板の白抜き両矢印で示される透過軸に平行な厚さ方向断面を模式的に示したものである。これらの図に示すように、本発明の実施の形態の反射型偏光板30は、断面形状が実質的に円である複屈折体31、32(図8では31;淡色に塗りつぶされている円及び半円の部分)が、支持媒体33(互いに接する円又は半円に囲まれた白色の部分)の中に分散配列したものである。これらの図において、反射型偏光板30の厚さは、符号tで示されている。

[0038] 図7は、本発明の実施の形態に係る反射型偏光板の一例について、その透過軸に平行な厚さ方向断面を模式的に示す図である。この例では、反射型偏光板30の透過軸に平行な厚さ方向断面において、径の異なる2種類の円柱体からなる複屈折体31, 32が、その反射型偏光板30の面内ではほぼ平行に、かつ透過軸と直交する方向に分散配列している。そして、断面が実質的に円である複屈折体31, 32は、この断面でいずれの一つを見たときも、互いに円柱の側面(断面図では円周)で接する別の少なくとも二つの複屈折体とそれぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接している。この例では、比較的大きな径の円柱体31がこの断面における横方向1列に密に配列し、比較的小さな径の円柱体32が、上記横1列の比較的大きな径の円柱体31の隣り合う2個ずつとそれぞれ接するように配列しており、こうして比較的大きな径の列と比較的小さな径の列が合計10層積み重なった構造になっている。

[0039] 図8は、本発明の実施の形態に係る反射型偏光板の別の例を示す断面模式図である。この例では、反射型偏光板30の透過軸に平行な厚さ方向断面における円の径がそれぞれほぼ等しい円柱体である複屈折体31が、その反射型偏光板30の面内ではほぼ平行に、かつ透過軸と直交する方向に分散配列している。断面が実質的に円である複屈折体31は、この断面でいずれの一つを見たときも、互いに円柱の側面(断面図では円周)で接する別の少なくとも二つの複屈折体とそれぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接している。この例では、径のほぼ等しい円柱体が交互に接触して、合計10層積み重なった構造になっている。

[0040] 本発明の実施の形態ではこのように、複屈折体31, 32として、長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円であるものを採用する。ここで「実質的に円」とは、真円、すなわち、楕円における長径と短径の比を表す楕円率が1であることが好ましいが、複屈折体の製造上、若干の楕円性を有することもあるため、そのような場合を含めて、前記の楕円率が0.9〜1.1(1 ± 0.1)程度までは許容されることを意味する。

[0041] また、複屈折体31, 32は、支持媒体33中でほぼ同一方向を向いて分散配列する。ここでいう「ほぼ同一方向」も、複数の複屈折体が完全に同じ方向に向くことが好ましいが、角度−10度以上10度以下($\pm 10^\circ$)程度までの変動は許容されることを意味する。その他、長さがほぼ等しいというときも、完全に一致することが好ましいが、プ

ラス10パーセントーマイナス10パーセント(±10%)程度までの変動は許容されることを意味する。

[0042] さらに本発明の実施の形態においては、長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円である複数の複屈折体を、その断面でいずれの一つを見たときも、互いに円柱の側面(断面図では円周)で接する別の少なくとも二つの複屈折体と、それぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接するように、分散配列させる。このように、複屈折体の長軸方向に垂直な断面において、ある一つの円を見たときに、互いに円柱の側面(断面図では円周)で接する別の少なくとも二つの複屈折体と、それぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接する状態は、当該一つの円と、互いに接する別の二つの円とについて、それぞれの円の中心が3頂点となって形成される辺の長さが、その辺の始点と終点を中心とするそれぞれの円の半径の和になっていることに相当する。この点について、図3及び図4のそれぞれ一部を拡大して示す図5に基づいて説明する。図9のうち、(a)部は図7の部分拡大図であり、(b)部は図8の部分拡大図である。

[0043] まず、図7の部分拡大図である図9(a)部を参照して、この場合に、比較的径の大きな円柱体(断面図では円)の一つAに着目すると、この円Aは、互いに隣り合う円B及び円Cと、それぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接しており、同じく互いに隣り合う円C及び円Dとも、それぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接しており、さらには互いに隣り合う円E及び円Fと、それぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接しており、同じく互いに隣り合う円F及び円Gとも、それぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接している。一方、比較的径の小さな円柱体(断面図では円)の一つBに着目すると、この円Bは、互いに隣り合う円A及び円Cと、それぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接しており、同じく互いに隣り合う円H及び円Jとも、それぞれ円柱の側面(断面図では円周)で接している。ただしこの例では、比較的径の小さな円同士が互いに接触することはない。この例では、互いに直接接する三つの円の中心を結ぶ三角形は、二等辺三角形、すなわち、二辺の長さが等しいものとなる。

[0044] 次に、図8の部分拡大図である図9(b)部を参照して、この場合には、径のほぼ等しい複数の円柱体が接触しながら同じ方向に配列しているのであるが、ある一つの円Aに着目すると、この円Aは、互いに隣り合う円B及び円Cと、それぞれ円柱の側面(

断面図では円周)で接しており、以下同様に、円C及び円Dの二つとも接し、円D及び円Eの二つとも接し、円E及び円Fの二つとも接し、円F及び円Gの二つとも接し、円G及び円Bの二つとも接しており、合計6個の円と接していることになる。別の円を基準としても、同様である。ただし、図8における反射型偏光板30の最表面層に位置する円だけは、4個の円とのみ接することになる。この例では、互いに直接接する三つの円の中心を結ぶ三角形は、正三角形、すなわち、三辺の長さが等しいものとなる。

[0045] 以上の説明から、図7及び図8に示した形態の他にも、多くの変形が可能であることが理解されるであろう。例えば、径が異なる3種類又はそれ以上の種類の円柱体を配列させれば、それらの長軸方向に垂直な断面において互いに接する三つの円の中心を結んで得られる三角形は不等辺三角形となる。また、図7及び図8では、複屈折体(円柱体)の長軸方向に垂直な断面において、1層目の円と2層目の円が接し、2層目の円と3層目の円も接し、以下も順次隣の層と接するように円柱体を配列させているが、個々の複屈折体について、「互いに円柱の側面で接する別の少なくとも二つの複屈折体とそれぞれ円柱の側面で接している」という条件を満たせばよい。この範囲で、例えば、1層目の円と2層目の円とは接触させ、2層目の円と3層目の円とは支持媒体を介して離間させ、3層目の円と4層目の円とは再び接触させるといったような構成をとることも可能である。ただし、複数の円柱体が離間するように分散配列させた場合には、後記比較例に示すように、良好な偏光分離能が得られない。

[0046] 複屈折体の長軸方向に垂直な断面において直接接する三つの円の中心を結ぶ三角形は、少なくとも二辺の長さがほぼ等しくなっていることが好ましく、とりわけこの三角形は、三辺の長さがほぼ等しくなっていることが好ましい。また、反射型偏光板の厚さ方向における複屈折体の積層状態については、複数の層が順次接するように積層しているのが好ましく、さらには、径のほぼ等しい円柱体からなる複屈折体が密に充填されていることがより好ましい。したがって、かかるより好ましい形態では、図8及び図9(b)部に示すように、複数の複屈折体31は、長軸方向に垂直な断面における円の径がそれぞれほぼ等しい円柱体であり、当該断面において最表面層より内側に位置する複屈折体は、別の6個の円柱体である複屈折体と円柱の側面で接している

- 。
- [0047] 図7に示すような複屈折体31, 32、そして図8に示すような複屈折体31は、繊維で構成することができる。また支持媒体33は、透明で、複屈折体31, 32に対して良好な密着性を示すものであればよい。複屈折体31, 32は、その断面形状が実質的に円のものであるが、円の直径は、可視光の波長より大きくすることが必要であり、好ましくは1マイクロメートル(μm)以上、さらに好ましくは5マイクロメートル(μm)以上である。円の直径が1マイクロメートル(μm)を下回ると、良好な偏光分離能が得られない。複屈折体31, 32は、長軸方向(複屈折体の長さ方向)と短軸方向(円の直径方向)の屈折率差が0.05以上であることが必要であり、この屈折率差は、好ましくは0.1以上、さらに好ましくは0.2以上である。
- [0048] 図8及び図9(b)部の如く、ほぼ同じ径の円柱体である複屈折体31が最密充填している場合、その複屈折体31の反射型偏光板30における厚さ方向の層数は、この反射型偏光板30の面に垂直に光が入射するのであれば、1層でも比較的高い偏光分離能が得られる。一方、本発明で規定する複屈折体の長軸方向に垂直な断面において当該複屈折体のいずれの一つを見たときも、互いに円柱の側面で接する別の少なくとも二つの複屈折体とそれぞれ円柱の側面で接しているという条件を満たすためには、少なくとも2層が必要となる。完全な平行光を入射させることが現実には難しいことからして、図7のような異なる径の円柱体からなる複屈折体31, 32を組み合わせる場合や、図8のようなほぼ同じ径の円柱体からなる複屈折体31を複数配列させる場合とも、複屈折体31, 32の反射型偏光板30における厚さ方向の層数は、例えば2〜100層程度から適宜選ぶのがよく、好ましくは5〜100層程度である。
- [0049] 図3、図4、図7、図8のように構成した反射型偏光板30では、支持媒体中で分散配列している複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が多角形の場合と実質的に円である場合、いずれにおいても、偏光板内において、複屈折体31, 32が実質的に一方向に配向している。そして、複屈折体31, 32の長軸方向の屈折率と短軸方向の屈折率のいずれか一方は、支持媒体33の屈折率とほぼ一致させるのが好ましい。この場合、複屈折体31, 32は複屈折性なので、その残りのもう一方の屈折率は、支持媒体33の屈折率と一致しないことになる。特に、複屈折体31, 32として繊維を使用

する場合には、その短軸方向（該複屈折体が多角形の場合、多角形の直径方向。該複屈折体が円の場合、円の直径方向）の屈折率を支持媒体33の屈折率と一致させ、繊維長軸方向の屈折率と支持媒体33の屈折率とが不一致となるようにするのが好ましい。これにより、複屈折体31、32と支持媒体33との屈折率が一致している方向に振動する直線偏光は透過するのに対し、複屈折体31、32と支持媒体33との屈折率が一致していない方向に振動する直線偏光は、複屈折体31と支持媒体33の界面で反射され、偏光分離能が発現する。

[0050] 本発明では原理上、複屈折体31、32として複屈折性を示す種々の物質が使用できるが、配向や断面形状の安定性、耐久性などの観点から、複屈折体31、32は固体であることが好ましい。さらに、断面形状が多角形であり、アスペクト比が2以上の物質を複屈折体31、32として使用する。このような条件に見合う物質の中でも、支持媒体33中で簡単に高度に配向することが可能であり、かつ複屈折が効果的に発現することから、複屈折体31、32を連続繊維とするのが最も好ましい。

[0051] 複屈折体31、32として使用する繊維について説明すると、このような繊維としては、ポリエチレンやポリテトラフルオロエチレン、ポリプロピレン、ポリビニルアルコール、ポリ塩化ビニル、ポリアクリロニトリル、ポリ(4-メチル-1-ペンテン)の如きポリオレフィン・ビニル系繊維、ナイロン6やナイロン66、ナイロン46の如き脂肪族ポリアミド系繊維、ポリ(m-フェニレンイソフタルアミド)やポリ(p-フェニレンテレフタルアミド)の如き芳香族ポリアミド系繊維(アラミド繊維)、ポリエチレンテレフタレートやポリエチレンナフタレート、ポリ-ε-カプロラク톤の如きポリエステル系繊維、ポリプラスチック社から販売されている“ベクトラ”や、住友化学工業社から販売されている“スミカスーパー”の如き商品名が付された製品に代表される芳香族液晶性ポリエステル系繊維、ポリ(p-フェニレンベンゾビスオキサゾール)やポリ(p-フェニレンベンゾビスチアゾール)、ポリベンズイミダゾール、ポリフェニレンスルフィド、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン(PEEK)の如きヘテロ原子含有繊維、ポリピロメリットイミドの如きポリイミド系繊維、レーヨンの如きセルロース系繊維、ポリ(メチルメタクリレート)の如きアクリル系繊維、ポリカーボネート系繊維、ウレタン系繊維などが例示できる。これらの中でも、特にベンゼン環やナフタレン環などの芳香族環を有し、可視光領域

に吸収が少ない、又は吸収のない繊維を複屈折体として使用することが好ましい。

[0052] また、支持媒体との接着性を向上させることを目的として、繊維表面に、コロナ処理などの各種易接着処理が施されていてもよい。さらに、繊維の複屈折性を向上させることを目的として、低分子液晶化合物やウイスキーなど、形状異方性を有するフィラーなどを添加したり、マルチフィラメントタイプの高分子相互配列体繊維としたりすることも、有用な技術である。

[0053] 複屈折性を向上させることを目的に繊維に添加される低分子液晶化合物としては、ビフェニル系、フェニルベンゾエート系、シクロヘキシルベンゼン系、アゾキシベンゼン系、アゾベンゼン系、アゾメチン系、ターフェニル系、ビフェニルベンゾエート系、シクロヘキシルビフェニル系、フェニルピリミジン系、シクロヘキシルピリミジン系、コレステロール系の如き化合物をメソゲン(分子構造中の液晶性を発現させる中核的単位)として有する化合物などが例示できる。これらの低分子液晶化合物は、繊維の長軸方向に配向していれば、繊維中に溶解していても、ドメインで存在していても構わない。ただし、ドメインで存在する場合は、そのドメインの直径を0.2マイクロメートル($0.2\mu\text{m}$)以下にすることが好ましい。ドメインの直径が0.2マイクロメートル($0.2\mu\text{m}$)より大きいと、繊維の長軸と垂直方向に振動する直線偏光が散乱されるため、好ましくない。

[0054] また、複屈折性を向上させることを目的に繊維に添加されるウイスキーとしては、サファイア、炭化珪素、炭化ボロン、窒化珪素、窒化ボロン、硼酸アルミニウム、グラファイト、チタン酸カリウム、ポリオキシメチレン、ポリ(p-オキシベンゾイル)、ポリ(2-オキシ-6-ナフトイル)などが例示できる。これらのウイスキーは、その断面の平均直径が0.05〜0.2マイクロメートル($0.05\sim0.2\mu\text{m}$)の範囲にあることが好ましい。平均直径が0.2マイクロメートル($0.2\mu\text{m}$)より大きいと、低分子液晶化合物の場合と同様に、繊維の長軸と垂直方向に振動する直線偏光が散乱したり、ウイスキーによって繊維表面に突起が形成されたりする可能性があるため、好ましくない。

[0055] 高分子相互配列体繊維を複屈折体31、32として使用する場合、かかる高分子相互配列体繊維は、海成分中に島成分が分散配列したものとなる。この場合、島成分の長軸方向の屈折率と短軸方向の屈折率のうちいずれか一方は、海成分の屈折率

とほぼ一致させるのが好ましい。この場合も、島成分の直径は0.2マイクロメートル(0.2 μ m)以下であることが好ましい。また島成分は、海成分中に2個以上、さらに好ましくは4個以上存在していることが好ましい。なお、島成分にさらに、低分子液晶やウイスキーなど、形状異方性のあるフィラーが添加されていてもよい。

[0056] 本発明の実施の形態では、以上説明したような、断面多角形でアスペクト比が2以上の複屈折体31、または断面形状が実質的に円でアスペクト比が2以上である複屈折体31、32で、例えば繊維を、支持媒体33中に分散配列させる。支持媒体33は、複屈折体31、32を固着する役割を果たす。支持媒体として用いられる材料は、可視光領域に吸収が少ないか又は吸収がなく、さらには繊維に対して良好な密着性を示すものであれば、どのようなものでもよい。例えば、透明な樹脂を挙げることができる。具体的には、ポリ(メチルメタクリレート)の如きアクリル樹脂、ポリエチレンの如きポリオレフィン、ポリエチレンテレフタレート(PET)の如きポリエステル、ポリフェニレンオキシド(PPS)の如きポリエーテル、ポリビニルアルコール(ポリビニルアルコール)の如きビニル樹脂、ポリウレタン、ポリアミド、ポリイミド、エポキシ樹脂、これらを構成するモノマーを2種以上用いた共重合体、さらには、ポリ(メチルメタクリレート)とポリ塩化ビニル(ポリ塩化ビニル)の重量比82対18混合物、ポリ(メチルメタクリレート)とポリフェニレンオキシド(PPS)の重量比65対35混合物、ポリスチレンとポリフェニレンオキシド(PPS)の重量比71対29混合物、スチレン・無水マレイン酸共重合体とポリカーボネートの重量比77対23混合物の如き、非複屈折性のポリマーブレンドなどが例示できるが、これらに限定されるものではない。また、これらの支持媒体は、上述の物性を損なわない限り、酸化防止剤、光安定剤、熱安定剤、滑剤、分散剤、紫外線吸収剤、白色顔料、蛍光増白剤などの添加剤を含んでいてもよい。

[0057] 以上説明した複屈折体31、32を、支持媒体33中に分散配列させて、反射型偏光板30が構成される。複屈折体31、32の長軸方向又は短軸方向の屈折率と支持媒体33の屈折率との差は、0.05以上であることが好ましく、さらには0.1以上、とりわけ0.2以上であるのが一層好ましい。この屈折率差が大きいほど、効率的に入射光を後方へ反射することができ、偏光板の膜厚を薄くすることができる。なお、複屈折体31、32を構成する繊維と支持媒体33を構成する物質の組成比は、該複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が多角形の場合、繊維が有効に支持媒体中で固着され

ていれば、いくらでもよく、該複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円である場合も、複屈折体の長軸方向に垂直な断面でいずれの一つの複屈折体を見たときも、互いに円柱の側面で接する別の少なくとも二つの複屈折体とそれぞれ円柱の側面で接するという条件を満たし、かつ繊維が有効に支持媒体中で固着されていれば、いくらでもよい。ただ、例えば図3や図4に示したように、繊維で構成される複屈折体31が断面三角形であり、それが面内ではほぼ平行に、かつ隣り合う複屈折体31の断面三角形における頂点同士が接するように配列し、複屈折体31の長軸に垂直な反射型偏光板の厚さ方向断面においては、頂点同士が接する断面三角形の複屈折体31で囲まれる支持媒体33が六角形になっている場合には、複屈折体31:支持媒体33の体積比が1:3になる。また、図5や図6に示したような、断面が三角形又は四角形の複屈折体31が同じ向きに規則正しく配列している場合には、複屈折体31:支持媒体33の体積比が1:1になる。さらに、図8に示したような、径が等しい円柱体繊維で構成される複屈折体31が支持媒体中で最密充填している場合には、複屈折体31:支持媒体33の体積比は、

$$1:(2 \times \sqrt{3} / \pi - 1)、つまり(1:(2\sqrt{3} / \pi - 1))$$

になる(ここで、sqrtは平方根を示す)。

[0058] 本発明の実施の形態の反射型偏光板30の膜厚 t には、特に制限はない。ただ、薄すぎると偏光分離機能が発揮されず、逆に厚すぎると、反射型とはいえ、この偏光板によって吸収される光の量が大きくなったり、また材料コストが高くなったりするなどの問題が生じる。そこで通常は、膜厚を1〜1,000マイクロメートル(μm)の範囲とするのが適当であり、好ましくは5マイクロメートル(μm)以上、さらには10マイクロメートル(μm)以上であり、また好ましくは500マイクロメートル(μm)以下、さらには200マイクロメートル(μm)以下である。

[0059] 本発明の実施の形態の反射型偏光板は、例えば、複屈折体である繊維を紡糸・延伸した後、これらの繊維を一方向に配列させた不織布を作製し、さらにこの不織布に支持媒体を含浸させ、固着させるという三つの段階を経て、製造することができる。複屈折体である繊維の紡糸・延伸工程及び不織布の製造工程は、公知の方法によって行えばよく、特に限定はない。不織布に支持媒体を含浸させ、固着させるにあたっ

ては、支持媒体の前駆体であるモノマー及び／又はオリゴマー中に不織布を浸漬したのち、光及び／又は熱で支持媒体の前駆体を重合させる方法、支持媒体のポリマー溶液中に不織布を浸漬したのち、溶媒を除去する方法、また、支持媒体を微粉末とし、その微粉末を不織布に含浸させたのち、熔融させる方法などが採用できる。

[0060] さらに別法として、熔融押出法により本発明の実施の形態の反射型偏光板を製造するのも、有効な手段である。具体的には、支持媒体中で分散配列している複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が多角形の場合、押出機吐出口を多数の口金で区切っておき、複屈折体を構成する樹脂が一つおきの口金から多角形状に押し出され、支持媒体を構成する樹脂がその間の口金から押し出される異形押出法が採用できる。支持媒体中で分散配列している複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円である場合には、押出機吐出口を多数の口金で区切っておき、複屈折体を構成する樹脂が断面内で連続する口金から丸棒状に押し出され、支持媒体を構成する樹脂がその間の口金から押し出される異形押出法が採用できる。これらの場合は、押出機の口金から異なる種類の熔融樹脂が交互に所定の形で押し出されて前記したような分散配列構造体が形成されるように、押出機及び口金を設計すればよい。

[0061] 本発明の実施の形態の反射型偏光板は、その使用に際し、少なくとも一方の面に他の光学機能を示す光学層を積層して、積層光学部材とすることができる。積層光学部材の形成を目的に、本発明の実施の形態の反射型偏光板に積層される光学層として、例えば、吸収型偏光板や位相差板などが挙げられる。

[0062] 特に、吸収型偏光板を本発明の実施の形態の反射型偏光板に積層することで、液晶表示装置等における輝度の向上を目的とした輝度向上フィルムとして利用できる。すなわち、吸収型偏光板と本発明の実施の形態の反射型偏光板を、両者の透過軸がほぼ平行となるように積層し、その反射型偏光板がバックライト側、吸収型偏光板が液晶セル側となるように配置すれば、反射型偏光板を透過した直線偏光は、吸収型偏光板で方位がそろえられて液晶セルへと出射し、一方で反射型偏光板において反射した直線偏光は、バックライト側へ戻って再利用されるようになる。吸収型偏光板としては、ヨウ素や染料などの二色性色素を一軸配向したポリビニルアルコールな

どに吸着させ、さらにホウ酸などで架橋して偏光子とし、その偏光子の少なくとも片面に、トリアセチルセルロースなどからなる透明フィルムを接着したものを挙げることができる。

[0063] また、位相差板を本発明の実施の形態の反射型偏光板に積層することで、反射した光の一層の有効利用を図ることができる。すなわち、反射型偏光板で反射した直線偏光を位相差板で円偏光に変換してバックライトへ戻してやれば、バックライトの反射板で反射するときに偏光反転を生じ、反射前とは逆方向に回転する円偏光になるので、これが再度位相差板を通過した後では、当初の直線偏光と直交する向きに振動する直線偏光に変わり、反射型偏光板を透過するようになる。これにより、光の有効利用が図られる。この場合、位相差板として1/4波長板が有利に用いられる。反射型偏光板に1/4波長板を積層する場合、反射型偏光板の透過軸と1/4波長板の遅相軸が角度45度又は角度135度で交わるように配置すればよい。位相差板としては、ポリカーボネートや環状ポリオレフィンの如き各種プラスチックの延伸フィルムからなる複屈折性フィルム、ディスコチック液晶やネマチック液晶が配向固定されたフィルム、フィルム基材上に上記の液晶層が形成されたものなどを挙げるができる。

[0064] 図11に示すように、反射型偏光板30の一方の面に吸収型偏光板21を積層し、他方の面に位相差板25を積層して、積層光学部材35とするのも有効である。この場合の原理は、上で吸収型偏光板だけを積層する場合及び位相差板だけを積層する場合について述べたのと同様であり、この場合も、位相差板として1/4波長板が有利に用いられる。この場合は、反射型偏光板30の透過軸と吸収型偏光板21の透過軸がほぼ平行となるようにし、反射型偏光板30の透過軸と1/4波長板25の遅相軸がほぼ角度45度又は角度135度で交わるようにすればよい。図11のように構成した積層光学部材は、液晶表示装置等における輝度の向上を目的とした輝度向上フィルムとして、一層有効に作用する。

[0065] 積層光学部材の作製にあたっては、接着剤を用いて、反射型偏光板に吸収型偏光板や位相差板などの光学層が一体化されるが、そのために用いる接着剤は、接着層が良好に形成されるものであれば特に限定はない。接着作業の簡便性や光学歪の発生防止などの観点から、粘着剤(感圧接着剤とも呼ばれる)を使用することが好

ましい。粘着剤には、アクリル系重合体や、シリコン系ポリマー、ポリエステルやポリウレタン、ポリエーテルなどをベースポリマーとしたものを用いることができる。

[0066] なかでも、アクリル系粘着剤のように、光学的な透明性に優れ、適度な濡れ性や凝集力を保持し、基材との接着性にも優れ、さらには耐候性や耐熱性などを有し、加熱や加湿の条件下で浮きや剥がれ等の剥離問題を生じないものを選択して用いることが好ましい。アクリル系粘着剤においては、メチル基やエチル基やブチル基のような、炭素数が20以下のアルキル基を有する(メタ)アクリル酸のアルキルエステルと、(メタ)アクリル酸や(メタ)アクリル酸ヒドロキシエチルなどからなる官能基含有アクリル系モノマーとを、ガラス転移温度が好ましくは摂氏25度(25℃)以下、さらに好ましくは摂氏0度(0℃)以下となるように配合して重合させた、重量平均分子量が10万以上のアクリル系共重合体が、ベースポリマーとして有用である。

[0067] 偏光板への粘着層の形成は、例えば、トルエンや酢酸エチルなどの有機溶媒に粘着剤組成物を溶解又は分散させて10〜40重量%の溶液を調製し、これを偏光板上に直接塗工して粘着剤層を形成する方式や、予めプロテクトフィルム上に粘着剤層を形成しておき、それを偏光板上に移着することで粘着剤層を形成する方式などにより行うことができる。粘着層の厚さは、その接着力などに応じて適宜決定されるが、通常は1〜50マイクロメートル(μm)の範囲である。

[0068] また、粘着層には必要に応じて、ガラス繊維やガラスビーズ、樹脂ビーズ、金属粉やその他の無機粉末などからなる充填剤、顔料や着色剤、酸化防止剤、紫外線吸収剤などが配合されていてもよい。紫外線吸収剤には、サリチル酸エステル系化合物やベンゾフェノン系化合物、ベンゾトリアゾール系化合物、シアノアクリレート系化合物、ニッケル錯塩系化合物などがある。

[0069] 積層光学部材は、図2に示したのと同様の形態で、同図における反射型偏光板45に替えて、又は反射型偏光板45と吸収型偏光板21の積層体に替えて、液晶セルに適用し、液晶表示装置とすることができる。図10に示した吸収型偏光板21／反射型偏光板30／位相差板25の層構成からなる積層光学部材35を液晶表示装置に組み込んだ例を図11に示す。図11は、液晶セル10のバックライト40側に、図10に示したのと同じ積層光学部材35を配置したものであり、その他の符号は図1及び図2と同様

なので、説明は省略する。

[0070] 液晶表示装置に用いる液晶セルは任意であり、例えば、薄膜トランジスタ型に代表されるアクティブマトリクス駆動型のもの、スーパーツイステッドネマチック型に代表される単純マトリクス駆動型のものなど、種々の液晶セルを使用して液晶表示装置を形成することができる。

[0071] 本発明の実施の形態の反射型偏光板、及びこれを備えた積層光学部材は、パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ、エンジニアリング・ワークステーション、携帯情報端末、ナビゲーションシステム、液晶テレビ、ビデオの如き、液晶セルを用いた表示画面に好適に用いることができ、輝度の向上及び消費電力の低減を実現する。

実施例

[0072] 以下に、断面形状が正三角形である三角柱体が支持媒体中に均一に分散した場合、断面形状が二等辺三角形である三角柱体が支持媒体中に均一に分散した場合、断面形状が正方形である四角柱体が支持媒体中に均一に分散した場合、断面形状が円である円柱体が支持媒体中に密に分散した場合、及び断面形状が円である円柱体が支持媒体中に比較的疎に分散した場合のそれぞれについて、シミュレーションによる計算例を示す。以下において、偏光度の計算には、光線追跡法ソフトウェア“Trace Pro 2.3.4”(Lambda Research 社製)を用いた。

[0073] 実施例1

この例は、断面形状が正三角形である三角柱体6個がそれぞれ断面正三角形における頂点同士で接して正六角柱体を形成するように、換言すればダビデの星状に、各三角柱体が支持媒体中に均一に分散した場合の光学特性を示す。空間の位置を表す右手系の直交座標系を(x, y, z)として、この例で計算に用いた系の概要を図12に示す。図12の(a)部は、計算に用いた直方体領域を右手系の(x, y, z)直交座標系に模式的に表したものであり、同図(b)部は、この直方体の $x=0$ のy-z平面における断面模式図であり、同図(c)部は、(b)部における座標軸の向きを表している。なおこれらの図、特に(a)部において、縮尺は原寸に対応していないので、留意されたい。図中にある数字の単位はマイクロメートル(μm)である。また(b)部において、

斜線部分は空気層を、黒く塗られた部分は三角柱体の層を、白色部分は支持媒体の層を、それぞれ表す。

- [0074] 計算に用いた領域は、座標 x の範囲は -1 マイクロメートル以上 1 マイクロメートル以下であり、座標 y の範囲は -10 マイクロメートル以上 10 マイクロメートル以下であり、座標 z の範囲は 0 マイクロメートル以上 216 マイクロメートル以下であり、つまり、図12(a)部に示すように、

$$-1 \mu\text{m} \leq x \leq 1 \mu\text{m},$$

$$-10 \mu\text{m} \leq y \leq 10 \mu\text{m},$$

$$0 \leq z \leq 216 \mu\text{m}$$

の直方体内部とした。

- [0075] $y = -10$ マイクロメートル(μm)と $y = 10$ マイクロメートル(μm)の二つの z - x 平面に平行な面は、完全反射面とした。一方、 $x = z = 0$ 、 -10 マイクロメートル(μm)以上 10 マイクロメートル(μm)以下の範囲の y 軸に平行な線分を光源とし、 z 軸正方向に 500 本の光線を発生させた。

- [0076] 0 マイクロメートル以上 10 マイクロメートル以下の z 座標の範囲($0 \leq z \leq 10 \mu\text{m}$)と 210 マイクロメートル以上 216 マイクロメートル以下の z 座標の範囲($210 \mu\text{m} \leq z \leq 216 \mu\text{m}$)の計算領域内の空間を空気層(屈折率 1)とし、 $z = 214$ マイクロメートル(μm)の x - y 平面に平行な平面を観測面と定義した。 10 マイクロメートル以上 210 マイクロメートル以下の z 座標の範囲($10 \mu\text{m} \leq z \leq 210 \mu\text{m}$)の計算領域内の空間を偏光板の領域とし、次に述べる三角柱体の領域を除いて、屈折率を 1.5 とした。

- [0077] 三角柱体は、屈折率を 1.8 とし、 x 軸方向に軸を持ち、底面の 1 辺が 10 マイクロメートル(μm)、高さが 2 マイクロメートル(μm)の正三角柱とし、一つの底面が、 $x = -1$ マイクロメートル(μm)の y - z 平面に平行な面に含まれるようにした。三角柱体は 32 個を設定し、各三角柱体の位置は、 $x = 0$ の y - z 平面における三角柱体の断面である正三角形により、以下のとおり定義する。ここで、「 $*$ 」はかけ算を表す。

- [0078] すなわち、三角柱体は、各正三角形における一つの頂点の y 座標と z 座標が、

$$(y, z) = (-10, 23 + 5 * \text{sqrt}(3)),$$

$$(-10, 23 + 25 * \text{sqrt}(3)),$$

$(-10, 23 + 45 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 23 + 65 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 23 + 85 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 23 + 105 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 23 + 5 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 23 + 25 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 23 + 45 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 23 + 65 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 23 + 85 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 23 + 105 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 23 + 15 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 23 + 35 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 23 + 55 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 23 + 75 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 23 + 95 * \sqrt{3})$

であり、その対辺がy軸に平行で、かつ対辺のz座標がそれぞれ、

$z = 23$ 、

$23 + 20 * \sqrt{3}$ 、
 $23 + 40 * \sqrt{3}$ 、
 $23 + 60 * \sqrt{3}$ 、
 $23 + 80 * \sqrt{3}$ 、
 $23 + 100 * \sqrt{3}$ 、
 23 、
 $23 + 20 * \sqrt{3}$ 、
 $23 + 40 * \sqrt{3}$ 、
 $23 + 60 * \sqrt{3}$ 、
 $23 + 80 * \sqrt{3}$ 、
 $23 + 100 * \sqrt{3}$ 、

$$23+10*\sqrt{3}、$$

$$23+30*\sqrt{3}、$$

$$23+50*\sqrt{3}、$$

$$23+70*\sqrt{3}、$$

$$23+90*\sqrt{3}$$

であるもの(図12(b)部において、上向きに尖った正三角形)と、

各正三角形における一つの頂点のy座標とz座標が、

$$(y, z) = (-10, 23+5*\sqrt{3})、$$

$$(-10, 23+25*\sqrt{3})、$$

$$(-10, 23+45*\sqrt{3})、$$

$$(-10, 23+65*\sqrt{3})、$$

$$(-10, 23+85*\sqrt{3})、$$

$$(10, 23+5*\sqrt{3})、$$

$$(10, 23+25*\sqrt{3})、$$

$$(10, 23+45*\sqrt{3})、$$

$$(10, 23+65*\sqrt{3})、$$

$$(10, 23+85*\sqrt{3})、$$

$$(0, 23+15*\sqrt{3})、$$

$$(0, 23+35*\sqrt{3})、$$

$$(0, 23+55*\sqrt{3})、$$

$$(0, 23+75*\sqrt{3})、$$

$$(0, 23+95*\sqrt{3})$$

であり、その対辺がy軸に平行で、かつ対辺のz座標がそれぞれ、

$$z=23+10*\sqrt{3}、$$

$$23+30*\sqrt{3}、$$

$$23+50*\sqrt{3}、$$

$$23+70*\sqrt{3}、$$

$$23+90*\sqrt{3}、$$

$23+10*\text{sqrt}(3)$ 、
 $23+30*\text{sqrt}(3)$ 、
 $23+50*\text{sqrt}(3)$ 、
 $23+70*\text{sqrt}(3)$ 、
 $23+90*\text{sqrt}(3)$ 、
 $23+20*\text{sqrt}(3)$ 、
 $23+40*\text{sqrt}(3)$ 、
 $23+60*\text{sqrt}(3)$ 、
 $23+80*\text{sqrt}(3)$ 、
 $23+100*\text{sqrt}(3)$

であるもの(図12(b)部において、下向きに尖った正三角形)とからなる。ただし、上記数値は小数点以下6位までを用い、計算に用いた領域からはみ出した部分は無視した。

- [0079] 上記計算系について、x軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光を入射光として、観測面を通過した光線のエネルギーを計算し、これを E_x とする。
- [0080] 次に、上記計算系において三角柱体の屈折率を1.5に置き換えた系で、y軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光を入射光として同様の計算を行い、観測面を通過した光線のエネルギーを E_y とする。このように、三角柱体の屈折率を変えて計算を行うことにより、複屈折体が分散する場合のシミュレーションとした。
- [0081] さらに、光源から出射した光線の全エネルギーを E_0 とすると、x軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_x 、及びy軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_y は、それぞれ、
- $$T_x = E_x / E_0、$$
- $$T_y = E_y / E_0$$
- と定義でき、偏光度Pは、
- $$P = (T_y - T_x) / (T_y + T_x)$$
- として算出できる。この例の計算系においては、 $T_x = 0$ 、 $T_y = 0.922$ となり、 $P = 1.0$ となった。

[0082] なお、この例では、断面が1辺10マイクロメートル(μm)の正三角形であり、高さが2マイクロメートル(μm)の正三角柱を用いて計算しているので、ここから文字どおりに計算すると、アスペクト比は1より小さくなる。しかし、計算に用いた系は $y=0$ の z - x 平面に対して面对称であり、かつ $y=-10$ マイクロメートル(μm)と $y=10$ マイクロメートル(μm)の二つの z - x 平面に平行な面が完全反射面であることから、計算に用いた系に y 軸方向の周期境界条件を課したことと同じ効果がある。したがって、三角柱体は高さが無限大であり、アスペクト比も無限大であるのと同じになる。

[0083] 実施例2

この例は、断面形状が正三角形である三角柱体3個がそれぞれ断面正三角形における頂点同士で接して正三角柱体を形成するように、各三角柱体が支持媒体中に均一に分散した場合の光学特性を示す。空間の位置を表す右手系の直交座標系を(x , y , z)として、この例で計算に用いた系の概要を図13に示す。図13の(a)部は、計算に用いた直方体領域を右手系の(x , y , z)直交座標系に模式的に表したものであり、同(b)部は、この直方体の $x=0$ の y - z 平面における断面模式図であり、同(c)部は、(b)部における座標軸の向きを表している。なおこれらの図、特に(a)部において、縮尺は原寸に対応していないので、留意されたい。図中にある数字の単位はマイクロメートル(μm)である。また、(b)部において、斜線部分は空気層を、黒く塗られた部分は三角柱体の層を、白色部分は支持媒体の層を、それぞれ表す。

[0084] 計算に用いた領域は、 -5 マイクロメートル以上 5 マイクロメートルの x 座標範囲、 -10 マイクロメートル以上 10 マイクロメートルの y 座標範囲、 0 マイクロメートル以上 748 マイクロメートルの z 座標範囲であり、つまり、図13(a)部に示すように、

$$\begin{aligned} -5\mu\text{m} &\leq x \leq 5\mu\text{m}、 \\ -10\mu\text{m} &\leq y \leq 10\mu\text{m}、 \\ 0 &\leq z \leq 748\mu\text{m} \end{aligned}$$

の直方体内部とした。

[0085] $y=-10$ マイクロメートル(μm)と $y=10$ マイクロメートル(μm)の二つの z - x 平面に平行な面は、完全反射面とした。一方、 $x=z=0$ 、 -10 マイクロメートル(μm)以上 10 マイクロメートル(μm)以下の y 座標範囲の y 軸に平行な線分を光源とし、 z 軸正方向

に5001本の光線を発生させた。

[0086] 0以上15マイクロメートルの z 座標($0 \leq z \leq 15 \mu\text{m}$)および718以上748マイクロメートルの z 座標($718 \mu\text{m} \leq z \leq 748 \mu\text{m}$)の計算領域内の空間を空気層(屈折率1)とし、 $z=733$ マイクロメートル(μm)の x - y 平面に平行な平面を観測面と定義した。15以上718マイクロメートルの z 座標($15 \mu\text{m} \leq z \leq 718 \mu\text{m}$)の計算領域内の空間を偏光板の領域とし、次に述べる三角柱体の領域を除いて、屈折率を1.3とした。

[0087] 三角柱体は屈折率を1.9とし、 x 軸方向に軸を持ち、底面の1辺が20マイクロメートル(μm)、高さが $10 \times \sqrt{3}$ ($10\sqrt{3} \mu\text{m}$)の正三角柱とし、一つの底面が、 $x=-5$ マイクロメートル(μm)の y - z 平面に平行な面に含まれるようにした。三角柱体は32個を設定し、各三角柱体の位置は、 $x=0$ の y - z 平面における三角柱体の断面である正三角形により、以下のとおり定義する。

[0088] すなわち、三角柱体は、各正三角形における一つの頂点の y 座標と z 座標が、

$(y, z) = (-10, 42 + 10 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 30 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 50 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 70 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 90 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 110 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 130 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 150 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 170 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 190 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 42 + 210 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 10 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 30 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 50 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 70 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 90 * \sqrt{3})$ 、

$(10, 42 + 110 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 130 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 150 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 170 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 190 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 42 + 210 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 20 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 40 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 60 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 80 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 100 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 120 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 140 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 160 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 180 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 42 + 200 * \sqrt{3})$ 、

であり、その対辺がy軸に平行で、かつ対辺のz座標がそれぞれ、

$z = 42$ 、

$42 + 20 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 40 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 60 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 80 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 100 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 120 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 140 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 160 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 180 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 200 * \sqrt{3}$ 、

42、
 $42 + 20 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 40 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 60 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 80 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 100 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 120 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 140 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 160 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 180 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 200 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 10 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 30 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 50 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 70 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 90 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 110 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 130 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 150 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 170 * \sqrt{3}$ 、
 $42 + 190 * \sqrt{3}$ 、

であるもの(図13(b)部において、黒塗りの上向きに尖った正三角形)からなる。ただし、上記数値は小数点以下6位までを用い、計算に用いた領域からはみ出した部分は無視した。

[0089] 上記計算系について、x軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_x 、及びy軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_y を、実施例1と同様に計算したところ、 $T_x = 0$ 、 $T_y = 0.966$ となり、偏光度 $P = 1.00$ となった。

[0090] なお、この例では、断面が1辺20マイクロメートル(μm)の正三角形であり、高さが1

0マイクロメートル(μm)の正三角柱を用いて計算しているが、計算に用いた系は $y=0$ の z - x 平面に対して面对称であり、かつ $y=-10$ マイクロメートル(μm)と $y=10$ マイクロメートル(μm)の二つの z - x 平面に平行な面が完全反射面であることから、この三角柱体は高さが無限大であり、アスペクト比も無限大となるのと同じ効果が得られていることは、実施例1と同様である。

[0091] 実施例3

この例は、断面形状が二等辺三角形である三角柱体3個が、それぞれ断面二等辺三角形における頂角頂点と他の二等辺三角形における底辺の頂点とが接して、二等辺三角柱体を形成するように、各三角柱体が支持媒体中に均一に分散した場合の光学特性を示す。空間の位置を表す右手系の直交座標系を (x, y, z) として、この例で計算に用いた系の概要を図14に示す。図14(a)部は、計算に用いた直方体領域を右手系の (x, y, z) 直交座標系に模式的に表したものであり、同(b)部は、この直方体の $x=0$ の y - z 平面における断面模式図であり、同(c)部は、(b)部における座標軸の向きを表している。なおこれらの図、特に(a)部において、縮尺は原寸に対応していないので、留意されたい。図中にある数字の単位はマイクロメートル(μm)である。また、(b)部において、斜線部分は空気層を、黒く塗られた部分は三角柱体の層を、白色部分は支持媒体の層を、それぞれ表す。

[0092] 計算に用いた領域は、 -5 マイクロメートル(μm)以上 5 マイクロメートル(μm)以下の x 座標の範囲、 -10 マイクロメートル(μm) 10 マイクロメートル(μm)の y 座標の範囲、 0 以上 959 マイクロメートル(μm)の z 座標の範囲であり、つまり、図14(a)部に示すように、

$$-5\mu\text{m} \leq x \leq 5\mu\text{m}、$$

$$-10\mu\text{m} \leq y \leq 10\mu\text{m}、$$

$$0 \leq z \leq 959\mu\text{m}$$

の直方体内部とした。

[0093] $y=-10$ マイクロメートル(μm)と $y=10$ マイクロメートル(μm)の二つの z - x 平面に平行な面は、完全反射面とした。一方、 $x=z=0$ 、 -10 マイクロメートル(μm)以上 10 マイクロメートル(μm)以下の y 軸に平行な線分を光源とし、 z 軸正方向に 5001 本の

光線を発生させた。

- [0094] 0以上15マイクロメートル以下 ($0 \leq z \leq 15 \mu\text{m}$)、および929マイクロメートル959マイクロメートル以下 ($929 \mu\text{m} \leq z \leq 959 \mu\text{m}$) のz座標との計算領域内の空間を空気層(屈折率1)とし、 $z=944$ マイクロメートル(μm)のx-y平面に平行な平面を観測面と定義した。15マイクロメートル以上929マイクロメートル以下 ($15 \mu\text{m} \leq z \leq 929 \mu\text{m}$) の計算領域内の空間を偏光板の領域とし、次に述べる三角柱体の領域を除いて、屈折率を1.3とした。
- [0095] 三角柱体は屈折率を1.8とし、x軸方向に軸を持ち、底辺が20マイクロメートル(μm)、高さが $20 + 10 \times \sqrt{3}$ マイクロメートル(μm)、頂角が角度30度の二等辺三角形の底面を有するものとし、一つの底面が、 $x=-5$ マイクロメートル(μm)のy-z平面に平行な面に含まれるようにした。この三角柱体は32個を設定し、各三角柱体の位置は、 $x=0$ のy-z平面における三角柱体の断面である二等辺三角形により、以下のとおり定義する。
- [0096] すなわち、三角柱体は、各二等辺三角形における頂点のy座標とz座標が、
- $(y, z) = (-10, 153 + 10 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 193 + 30 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 233 + 50 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 273 + 70 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 313 + 90 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 353 + 110 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 393 + 130 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 433 + 150 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 473 + 170 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 513 + 190 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 553 + 210 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 153 + 10 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 193 + 30 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 233 + 50 * \sqrt{3})$ 、

(10, 273+70*sqrt(3))、
(10, 313+90*sqrt(3))、
(10, 353+110*sqrt(3))、
(10, 393+130*sqrt(3))、
(10, 433+150*sqrt(3))、
(10, 473+170*sqrt(3))、
(10, 513+190*sqrt(3))、
(10, 553+210*sqrt(3))、
(0, 173+20*sqrt(3))、
(0, 213+40*sqrt(3))、
(0, 253+60*sqrt(3))、
(0, 293+80*sqrt(3))、
(0, 333+100*sqrt(3))、
(0, 373+120*sqrt(3))、
(0, 413+140*sqrt(3))、
(0, 453+160*sqrt(3))、
(0, 493+180*sqrt(3))、
(0, 533+200*sqrt(3))、

であり、その対辺がy軸に平行で、かつ対辺のz座標がそれぞれ、

z=133、

173+20*sqrt(3)、
213+40*sqrt(3)、
253+60*sqrt(3)、
293+80*sqrt(3)、
333+100*sqrt(3)、
373+120*sqrt(3)、
413+140*sqrt(3)、
453+160*sqrt(3)、

493+180*sqrt(3)、
533+200*sqrt(3)、
133、
173+20*sqrt(3)、
213+40*sqrt(3)、
253+60*sqrt(3)、
293+80*sqrt(3)、
333+100*sqrt(3)、
373+120*sqrt(3)、
413+140*sqrt(3)、
453+160*sqrt(3)、
493+180*sqrt(3)、
533+200*sqrt(3)、
153+10*sqrt(3)、
193+30*sqrt(3)、
233+50*sqrt(3)、
273+70*sqrt(3)、
313+90*sqrt(3)、
353+110*sqrt(3)、
393+130*sqrt(3)、
433+150*sqrt(3)、
473+170*sqrt(3)、
513+190*sqrt(3)、

であるもの(図14(b)部において、黒塗りの上向きに尖った正三角形)からなる。ただし、上記数値は小数点以下6位までを用い、計算に用いた領域からはみ出した部分は無視した。

[0097] 上記計算系について、x軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_x 、及びy軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_y を、実施例1と同様に

計算したところ、 $T_x = 0$ 、 $T_y = 0.966$ となり、偏光度 $P = 1.00$ となった。

- [0098] なお、この例では、断面が、底辺20マイクロメートル(μm)、高さ $20 + 10 \times \sqrt{3}$ マイクロメートル(μm)、頂角が角度30度の二等辺三角形であり、高さが10マイクロメートル(μm)の二等辺三角柱を用いて計算しているが、計算に用いた系は $y = 0$ の z - x 平面に対して面对称であり、かつ $y = -10$ マイクロメートル(μm)と $y = 10$ マイクロメートル(μm)の二つの z - x 平面に平行な面が完全反射面であることから、この三角柱体は高さが無限大であり、アスペクト比も無限大となるのと同じ効果が得られていることは、実施例1と同様である。

[0099] 実施例4

この例は、断面形状が正方形である四角柱体4個がそれぞれ断面正方形における頂点同士で接して正方形を形成するように、各四角柱体が支持媒体中に均一に分散した場合の光学特性を示す。空間の位置を表す右手系の直交座標系を(x , y , z)として、この例で計算に用いた系の概要を図15に示す。図15の(a)部は、計算に用いた直方体領域を右手系の(x , y , z)直交座標系に模式的に表したものであり、同(b)部は、この直方体の $x = 0$ の y - z 平面における断面模式図であり、同(c)部は、(b)部における座標軸の向きを表している。なおこれらの図、特に(a)部において、縮尺は原寸に対応していないので、留意されたい。図中にある数字の単位はマイクロメートル(μm)である。また、(b)部において、斜線部分は空気層を、黒く塗られた部分は四角柱体の層を、白色部分は支持媒体の層を、それぞれ表す。

- [0100] 計算に用いた領域は、 -5 マイクロメートル以上 5 マイクロメートル以下の x 座標、 -10 マイクロメートル以上 10 マイクロメートル以下の y 座標、 0 以上 748 マイクロメートル以上の z 座標の範囲であり、つまり、図15(a)部に示すように、

$$\begin{aligned} -5 \mu\text{m} &\leq x \leq 5 \mu\text{m} , \\ -10 \mu\text{m} &\leq y \leq 10 \mu\text{m} , \\ 0 &\leq z \leq 748 \mu\text{m} \end{aligned}$$

の直方体内部とした。

- [0101] $y = -10$ マイクロメートル(μm)と $y = 10$ マイクロメートル(μm)の二つの z - x 平面に平行な面は、完全反射面とした。一方、 $x = z = 0$ 、 -10 マイクロメートル以上 10 マイク

ロメートル以下 ($-10 \mu\text{m} \leq y \leq 10 \mu\text{m}$) 範囲の y 軸に平行な線分を光源とし、 z 軸正方向に 5001 本の光線を発生させた。

[0102] 0 以上 15 マイクロメートル以下の z 座標 ($0 \leq z \leq 15 \mu\text{m}$) と、718 マイクロメートル以上 748 マイクロメートル以下の z 座標 ($718 \mu\text{m} \leq z \leq 748 \mu\text{m}$) との計算領域内の空間を空気層 (屈折率 1) とし、 $z = 733$ マイクロメートル (μm) の x - y 平面に平行な平面を観測面と定義した。15 マイクロメートル (μm) 以上 718 マイクロメートル (μm) 以上の z 範囲 ($15 \mu\text{m} \leq z \leq 718 \mu\text{m}$) の計算領域内の空間を偏光板の領域とし、次に述べる四角柱体の領域を除いて、屈折率を 1.7 とした。

[0103] 四角柱体は屈折率を 1.2 とし、 x 軸方向に軸を持ち、底面の 1 辺が $10 \times \sqrt{2}$ マイクロメートル ($10\sqrt{2} \mu\text{m}$) の正四角柱とし、一つの底面が、 $x = -5$ マイクロメートル (μm) の y - z 平面に平行な面に含まれるようにした。四角柱体は 42 個を設定し、各四角柱体の位置は、 $x = 0$ の y - z 平面における四角柱体の断面である正方形により、以下のとおり定義する。

[0104] すなわち、四角柱体は、各正方形における四つの頂点の y 座標と z 座標が、それぞれ次のとおりの 4 頂点で囲まれるもの、合計 42 個 (z 軸方向に 21 層) からなる。

- [0105] 1. (y, z)
= (-10, 27)、(0, 37)、(-10, 47)、(-20, 37);
2. (y, z)
= (10, 27)、(0, 37)、(10, 47)、(20, 37);
3. (y, z)
= (-10, 47)、(0, 57)、(-10, 67)、(-20, 57);
4. (y, z)
= (10, 47)、(0, 57)、(10, 67)、(20, 57);
5. (y, z)
= (-10, 67)、(0, 77)、(-10, 87)、(-20, 77);
6. (y, z)
= (10, 67)、(0, 77)、(10, 87)、(20, 77);
7. (y, z)

$$= (-10, 87), (0, 97), (-10, 107), (-20, 97);$$

8. (y, z)

$$= (10, 87), (0, 97), (10, 107), (20, 97);$$

9. (y, z)

$$= (-10, 107), (0, 117), (-10, 127), (-20, 117);$$

10. (y, z)

$$= (10, 107), (0, 117), (10, 127), (20, 117);$$

11. (y, z)

$$= (-10, 127), (0, 137), (-10, 147), (-20, 137);$$

12. (y, z)

$$= (10, 127), (0, 137), (10, 147), (20, 137);$$

13. (y, z)

$$= (-10, 147), (0, 157), (-10, 167), (-20, 157);$$

14. (y, z)

$$= (10, 147), (0, 157), (10, 167), (20, 157);$$

15. (y, z)

$$= (-10, 167), (0, 177), (-10, 187), (-20, 177);$$

16. (y, z)

$$= (10, 167), (0, 177), (10, 187), (20, 177);$$

17. (y, z)

$$= (-10, 187), (0, 197), (-10, 207), (-20, 197);$$

18. (y, z)

$$= (10, 187), (0, 197), (10, 207), (20, 197);$$

19. (y, z)

$$= (-10, 207), (0, 217), (-10, 227), (-20, 217);$$

20. (y, z)

$$= (10, 207), (0, 217), (10, 227), (20, 217);$$

21. (y, z)

$$= (-10, 227), (0, 237), (-10, 247), (-20, 237);$$

22. (y, z)

$$= (10, 227), (0, 237), (10, 247), (20, 237);$$

23. (y, z)

$$= (-10, 247), (0, 257), (-10, 267), (-20, 257);$$

24. (y, z)

$$= (10, 247), (0, 257), (10, 267), (20, 257);$$

25. (y, z)

$$= (-10, 267), (0, 277), (-10, 287), (-20, 277);$$

26. (y, z)

$$= (10, 267), (0, 277), (10, 287), (20, 277);$$

27. (y, z)

$$= (-10, 287), (0, 297), (-10, 307), (-20, 297);$$

28. (y, z)

$$= (10, 287), (0, 297), (10, 307), (20, 297);$$

29. (y, z)

$$= (-10, 307), (0, 317), (-10, 327), (-20, 317);$$

30. (y, z)

$$= (10, 307), (0, 317), (10, 327), (20, 317);$$

31. (y, z)

$$= (-10, 327), (0, 337), (-10, 347), (-20, 337);$$

32. (y, z)

$$= (10, 327), (0, 337), (10, 347), (20, 337);$$

33. (y, z)

$$= (-10, 347), (0, 357), (-10, 367), (-20, 357);$$

34. (y, z)

$$= (10, 347), (0, 357), (10, 367), (20, 357);$$

35. (y, z)

$= (-10, 367), (0, 377), (-10, 387), (-20, 377);$

36. (y, z)

$= (10, 367), (0, 377), (10, 387), (20, 377);$

37. (y, z)

$= (-10, 387), (0, 397), (-10, 407), (-20, 397);$

38. (y, z)

$= (10, 387), (0, 397), (10, 407), (20, 397);$

39. (y, z)

$= (-10, 407), (0, 417), (-10, 427), (-20, 437);$

40. (y, z)

$= (10, 407), (0, 417), (10, 427), (20, 417);$

41. (y, z)

$= (-10, 427), (0, 437), (-10, 447), (-20, 437);$

42. (y, z)

$= (10, 427), (0, 437), (10, 447), (20, 437)。$

[0106] ただし、計算に用いた領域からはみ出した部分は無視した。

[0107] 上記計算系について、 x 軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_x 、及び y 軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_y を、実施例1と同様に計算したところ、 $T_x=0$ 、 $T_y=0.870$ となり、偏光度 $P=1.00$ となった。

[0108] なおこの例では、断面が1辺 $10 \times \sqrt{2}$ マイクロメートル($10\sqrt{2} \mu\text{m}$)の正方形であり、高さが10マイクロメートル(μm)の正四角柱を用いて計算しているが、計算に用いた系は $y=0$ の z - x 平面に対して面对称であり、かつ $y=-10$ マイクロメートル(μm)と $y=10$ マイクロメートル(μm)の二つの z - x 平面に平行な面が完全反射面であることから、この四角柱体は高さが無限大であり、アスペクト比も無限大となるのと同じ効果が得られていることは、実施例1と同様である。

[0109] 実施例5

この例は、断面形状が円である円柱体が厚さ方向に合計21層密に充填された場合の光学特性を示す。空間の位置を表す右手系の直交座標系を (x, y, z) として、こ

の例で計算に用いた系の概要を図16に示す。図16の(a)部は、計算に用いた直方体領域を右手系の(x, y, z)直交座標系に模式的に表したものであり、同(b)部は、この直方体のx=0のy-z平面における断面模式図であり、同(c)部は、(b)部における座標軸の向きを表している。なお、これらの図、特に(a)部において、縮尺は原寸に対応していないので、留意されたい。図中にある数字の単位はマイクロメートル(μm)である。また(b)部において、斜線部分は空気層を、淡色に塗りつぶされた円及び半円の部分は円柱体である複屈折体の層を、白色部分は支持媒体の層を、それぞれ表す。

[0110] 計算に用いた領域は、 -5 マイクロメートル以上 5 マイクロメートル以下のx座標、 -10 マイクロメートル以上 10 マイクロメートル以下のy座標、 0 以上 748 マイクロメートル以下のz座標の範囲であり、つまり、図16(a)部に示すように、

$$-5\mu\text{m} \leq x \leq 5\mu\text{m}、$$

$$-10\mu\text{m} \leq y \leq 10\mu\text{m}、$$

$$0 \leq z \leq 748\mu\text{m}$$

の直方体内部とした。

[0111] $y = -10$ マイクロメートル(μm)と $y = 10$ マイクロメートル(μm)の二つのz-x平面に平行な面は、完全反射面とした。一方、 $x = z = 0$ 、 -10 マイクロメートル以上 10 マイクロメートル以下の範囲($-10\mu\text{m} \leq y \leq 10\mu\text{m}$)のy軸に平行な線分を光源とし、z軸正方向に 5001 本の光線を発生させた。

[0112] 0 以上 15 マイクロメートル以下($0 \leq z \leq 15\mu\text{m}$)と 718 マイクロメートル以上 748 マイクロメートル以下($718\mu\text{m} \leq z \leq 748\mu\text{m}$)との計算領域内の空間を空気層(屈折率 1)とし、 $z = 733$ マイクロメートル(μm)のx-y平面に平行な平面を観測面と定義した。 15 マイクロメートル以上 718 マイクロメートルのz座標($15\mu\text{m} \leq z \leq 718\mu\text{m}$)の計算領域内の空間を偏光板の領域とし、次に述べる円柱体の領域を除いて屈折率を 1.4 とした。

[0113] 円柱体は屈折率を 1.9 とし、x軸方向に軸を持ち、底面の直径が 20 マイクロメートル(μm)、高さが 10 マイクロメートル(μm)のものとし、一つの底面が、 $x = -5$ マイクロメートル(μm)のy-z平面に平行な面に含まれるようにした。円柱体は 32 個を設定

し、各円柱体の位置は、 $x=0$ の $y-z$ 平面における円柱体の断面である円の中心により、以下のとおり定義する。

[0114] すなわち、円の中心の y 座標と z 座標が、

$(y, z) = (-10, 201)$ 、
 $(-10, 201 + 20 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 201 + 40 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 201 + 60 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 201 + 80 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 201 + 100 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 201 + 120 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 201 + 140 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 201 + 160 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 201 + 180 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 201 + 200 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201)$ 、
 $(10, 201 + 20 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201 + 40 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201 + 60 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201 + 80 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201 + 100 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201 + 120 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201 + 140 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201 + 160 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201 + 180 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 201 + 200 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 201 + 10 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 201 + 30 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 201 + 50 * \sqrt{3})$ 、

$(0, 201 + 70 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 201 + 90 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 201 + 110 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 201 + 130 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 201 + 150 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 201 + 170 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 201 + 190 * \sqrt{3})$

のものからなる。ただし、上記数値は小数点以下6位までを用い、計算に用いた領域からはみ出した部分は無視した。

[0115] 上記計算系について、x軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_x 、及びy軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_y を、実施例1と同様に計算したところ、 $T_x = 0.00048$ 、 $T_y = 0.944$ となり、偏光度 $P = 0.999$ となった。

[0116] なお、この例では、断面が半径10マイクロメートル(μm) (直径20 μm)の円であり、高さが10マイクロメートル(μm)の円柱体を用いて計算しており、ここから文字どおりに計算するとアスペクト比は1より小さくなる。しかし、計算に用いた系は $y=0$ のz-x平面に対して面对称であり、かつ $y=-10$ マイクロメートル(μm)と $y=10$ マイクロメートル(μm)の二つのz-x平面に平行な面が完全反射面であることから、計算に用いた系にy軸方向の周期境界条件を課したことと同じ効果がある。したがって、円柱体は高さが無量大であり、アスペクト比も無量大であるのと同じになる。

[0117] 実施例6

この例は、断面形状が円である円柱体が厚さ方向に合計10層密に充填された場合の光学特性を示す。空間の位置を表す右手系の直交座標系を(x, y, z)として、この例で計算に用いた系の概要を図17に示す。図17の(a)部は、計算に用いた直方体領域を右手系の(x, y, z)直交座標系に模式的に表したものであり、同(b)部は、この直方体の $x=0$ のy-z平面における断面模式図であり、同(c)部は、(b)部における座標軸の向きを表している。なお、これらの図、特に(a)部において、縮尺は原寸に対応していないので、留意されたい。図中にある数字の単位はマイクロメートル(μm)である。また(b)部において、斜線部分は空気層を、淡色に塗りつぶされた円及

び半円の部分は円柱体である複屈折体の層を、白色部分は支持媒体の層を、それぞれ表す。

- [0118] 計算に用いた領域は、 $-5\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下の x 座標、 $-10\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の y 座標、 0 以上 $748\mu\text{m}$ 以下の z 座標であり、つまり、図17(a)部に示すように、

$$-5\mu\text{m} \leq x \leq 5\mu\text{m}、$$

$$-10\mu\text{m} \leq y \leq 10\mu\text{m}、$$

$$0 \leq z \leq 748\mu\text{m}$$

の直方体内部とした。

- [0119] $y = -10\mu\text{m}$ と $y = 10\mu\text{m}$ の二つの z - x 平面に平行な面は、完全反射面とした。一方、 $x = z = 0$ 、 $-10\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下の範囲($-10\mu\text{m} \leq y \leq 10\mu\text{m}$)の y 軸に平行な線分を光源とし、 z 軸正方向に5001本の光線が発生させた。

- [0120] 0 以上 $15\mu\text{m}$ 以下の z 範囲($0 \leq z \leq 15\mu\text{m}$)と $718\mu\text{m}$ 以上 $748\mu\text{m}$ 以下の z 範囲($718\mu\text{m} \leq z \leq 748\mu\text{m}$)との計算領域内の空間を空気層(屈折率1)とし、 $z = 733\mu\text{m}$ の x - y 平面に平行な平面を観測面と定義した。 $15\mu\text{m}$ 以上 $718\mu\text{m}$ 以下の z 座標($15\mu\text{m} \leq z \leq 718\mu\text{m}$)の計算領域内の空間を偏光板の領域とし、次に述べる円柱体の領域を除いて屈折率を1.6とした。

- [0121] 円柱体は屈折率を2.3とし、 x 軸方向に軸を持ち、底面の直径が $20\mu\text{m}$ 、高さが $10\mu\text{m}$ のものとし、一つの底面が、 $x = -5\mu\text{m}$ の y - z 平面に平行な面に含まれるようにした。円柱体は15個を設定し、各円柱体の位置は、 $x = 0$ の y - z 平面における円柱体の断面である円の中心により、以下のとおり定義する。

- [0122] すなわち、円の中心の y 座標と z 座標が、

$$(y, z) = (-10, 270)、$$

$$(-10, 270 + 20 * \text{sqrt}(3))、$$

$$(-10, 270 + 40 * \text{sqrt}(3))、$$

$(-10, 270 + 60 * \sqrt{3})$ 、
 $(-10, 270 + 80 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 270)$ 、
 $(10, 270 + 20 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 270 + 40 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 270 + 60 * \sqrt{3})$ 、
 $(10, 270 + 80 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 270 + 10 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 270 + 30 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 270 + 50 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 270 + 70 * \sqrt{3})$ 、
 $(0, 270 + 90 * \sqrt{3})$

のものからなる。ただし、上記数値は小数点以下6位までを用い、計算に用いた領域からはみ出した部分は無視した。

- [0123] 上記計算系について、x軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_x 、及びy軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_y を、実施例1と同様に計算したところ、 $T_x = 0.049$ 、 $T_y = 0.895$ となり、偏光度 $P = 0.896$ となった。
- [0124] なお、この例でも、断面が半径10マイクロメートル(μm) (直径20 μm)の円であり、高さが10マイクロメートル(μm)の円柱体を用いて計算しているが、計算に用いた系は $y=0$ のz-x平面に対して面对称であり、かつ $y=-10$ マイクロメートル(μm)と $y=10$ マイクロメートル(μm)の二つのz-x平面に平行な面が完全反射面であることから、この円柱体は高さが無限大であり、アスペクト比も無限大となるのと同じ効果が得られていることは、実施例1と同様である。
- [0125] 比較例1

この例は、円柱体が支持媒体中で同じ方向を向いて均一に分散した場合の光学特性を示す。空間の位置を表す右手系の直交座標系を(x, y, z)として、この例で計算に用いた系の概要を図18に示す。図18(a)部は、計算に用いた直方体領域を右手系の(x, y, z)直交座標系に模式的に表したものであり、同(b)部は、この直方体のx

=0のy-z平面における断面模式図であり、同(c)部は、(b)部における座標軸の向きを表している。なおこれらの図、特に(a)部において、縮尺は原寸に対応していないので、留意されたい。図中にある数字の単位はマイクロメートル(μm)である。また、(b)部において、斜線部分は空気層を、黒く塗られた部分は円柱体の層を、白色部分は支持媒体の層を、それぞれ表す。

- [0126] 計算に用いた領域は、 -1 マイクロメートル以上 1 マイクロメートル以下のx座標、 -15 マイクロメートル以上 15 マイクロメートル以下のy座標、 0 以上 300 マイクロメートル以下のz座標の範囲であり、つまり、図18(a)部に示すように、

$$-1\mu\text{m} \leq x \leq 1\mu\text{m}、$$

$$-15\mu\text{m} \leq y \leq 15\mu\text{m}、$$

$$0 \leq z \leq 300\mu\text{m}$$

の直方体内部とした。

- [0127] $y = -15$ マイクロメートル(μm)と $y = 15$ マイクロメートル(μm)の二つのz-x平面に平行な面は、完全反射面とした。一方、 $x = z = 0$ 、 -15 マイクロメートル以上 15 マイクロメートル以下($-15\mu\text{m} \leq y \leq 15\mu\text{m}$)のy軸に平行な線分を光源とし、z軸正方向に 5001 本の光線を発生させた。

- [0128] 0 以上 10 マイクロメートル以下のz座標($0 \leq z \leq 10\mu\text{m}$)と 290 マイクロメートル以上 300 マイクロメートル以下のz座標($290\mu\text{m} \leq z \leq 300\mu\text{m}$)との計算領域内の空間を空気層(屈折率 1)とし、 $z = 295$ マイクロメートル(μm)のx-y平面に平行な平面を観測面と定義した。 10 マイクロメートル以上 290 マイクロメートル以下のz座標($10\mu\text{m} \leq z \leq 290\mu\text{m}$)の計算領域内の空間を偏光板の領域とし、次に述べる円柱体の領域を除いて、屈折率を 1.6 とした。

- [0129] 円柱体は屈折率を 2.3 とし、x軸方向に軸を持ち、底面の半径が 10 マイクロメートル(μm)、高さが 2 マイクロメートル(μm)のものとし、一つの底面が、 $x = -1$ マイクロメートル(μm)のy-z平面に平行な面に含まれるようにした。円柱体は 15 個を設定し、各円柱体の位置は、 $x = 0$ のy-z平面による円柱体の断面である円の中心により、以下のとおり定義する。

- [0130] すなわち、円の中心のy座標とz座標が、

$(y, z) = (0, 23 + 5 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(-15, 23 + 20 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(15, 23 + 20 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(0, 23 + 35 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(-15, 23 + 50 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(15, 23 + 50 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(0, 23 + 65 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(-15, 23 + 80 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(15, 23 + 80 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(0, 23 + 95 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(-15, 23 + 110 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(15, 23 + 110 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(0, 23 + 125 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(-15, 23 + 140 * \text{sqrt}(3))$ 、
 $(15, 23 + 140 * \text{sqrt}(3))$

のものからなる。ただし、上記数値は小数点以下6位までを用い、計算に用いた領域からはみ出した部分は無視した。

[0131] 上記計算系について、x軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_x 、及びy軸に平行な電場ベクトルを持つ偏光に対する透過率 T_y を、実施例1と同様に計算したところ、 $T_x = 0.390$ 、 $T_y = 0.896$ となり、偏光度 $P = 0.393$ となった。

[0132] なお、この例では、断面が半径10マイクロメートル(μm) (直径20 μm)の円であり、高さが2マイクロメートル(μm)の円柱体を用いて計算しているが、計算に用いた系は $y=0$ のz-x平面に対して面对称であり、かつ $y=-15$ マイクロメートル(μm)と $y=15$ マイクロメートル(μm)の二つのz-x平面に平行な面が完全反射面であることから、この円柱体は高さが無限大であり、アスペクト比も無限大となるのと同じ効果が得られていることは、実施例1と同様である。

産業上の利用可能性

[0133] 本発明の反射型偏光板は、簡便な方法で複屈折体が実質的に一方向に分散する

と共に配向した構造体を形成することができ、さらには異なる材料間の界面が単純な平面でないことに由来して、剥離が生じにくい。また、複屈折体を固着する支持媒体が等方性を示す物質で構成されており、複屈折体の体積分率の増加に伴う強度の低下が比較的小さく、複屈折体の体積分率を高めることが容易である。さらに、この反射型偏光板を、吸収型偏光板を備えた液晶パネルの観察者側とは反対側に配置することにより、光の利用効率が向上することに由来して、輝度が高く、電力消費を小さくすることができる液晶表示装置を提供することが可能となる。

請求の範囲

- [1] 長軸方向に垂直な断面の形状が多角形又は実質的に円であり、アスペクト比が2以上で長軸方向と短軸方向の屈折率差が0.05以上である多角柱体又は円柱体からなる複数の複屈折体を備えており、
前記複数の複屈折体が支持媒体中でほぼ同一方向を向いて分散配列しており、
各複屈折体の長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円である場合には、前記複数の複屈折体は、前記断面でいずれの一つを見たときも、互いに円柱の側面で接する別の少なくとも二つの複屈折体とそれぞれ円柱の側面で接していることを特徴とする反射型偏光板。
- [2] 前記複数の複屈折体は、それぞれ、その長軸方向に垂直な断面の形状が多角形の繊維である請求の範囲1記載の反射型偏光板。
- [3] 前記繊維の各々は少なくとも二辺の長さがほぼ等しい三角形の断面形状を有し、
前記繊維が面内でほぼ平行に、かつ隣り合う繊維の断面三角形における頂点同士が接するように配列しており、
該繊維の長軸に垂直な反射型偏光板の断面において、頂点同士が接する断面三角形の繊維で囲まれる支持媒体は六角形になっている請求の範囲2記載の反射型偏光板。
- [4] 前記繊維の各々はほぼ正三角形の断面形状を有し、
前記繊維が面内でほぼ平行に、かつ隣り合う繊維の断面正三角形における頂点同士が接するように配列しており、
該繊維の長軸に垂直な反射型偏光板の断面において、頂点同士が接する断面三角形の繊維で囲まれる支持媒体はほぼ正六角形になっている請求の範囲2記載の反射型偏光板。
- [5] 前記繊維の各々は少なくとも二辺の長さがほぼ等しい三角形の断面形状を有し、
前記繊維が面内でほぼ平行に、かつ隣り合う繊維の断面三角形における頂点同士が接するように配列しており、
該繊維の長軸に垂直な反射型偏光板の断面において、頂点同士が接する断面三角形の繊維で囲まれる支持媒体は二辺の長さがほぼ等しい三角形になっている請

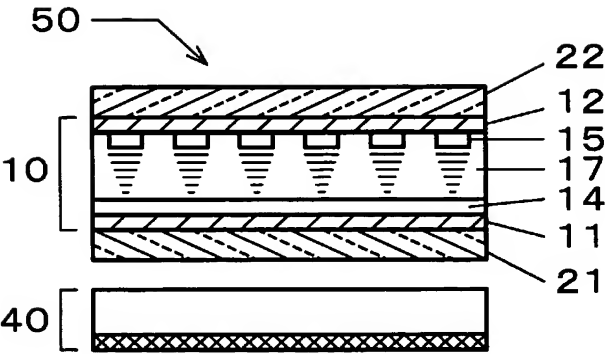
求の範囲2記載の反射型偏光板。

- [6] 前記繊維の各々は四辺の長さがほぼ等しい四角形の断面形状を有し、
前記繊維が面内でほぼ平行に、かつ隣り合う繊維の断面四角形における頂点同士が接するように配列しており、
該繊維の長軸に垂直な反射型偏光板の断面において、頂点同士が接する断面四角形の繊維で囲まれる支持媒体は四辺の長さがほぼ等しい四角形になっている請求の範囲2記載の反射型偏光板。
- [7] 前記複屈折体は、その長軸方向に垂直な断面の形状が実質的に円であり、当該断面において直接接する三つの円の中心を結ぶ三角形は、少なくとも二辺の長さがほぼ等しくなっている請求の範囲1記載の反射型偏光板。
- [8] 複屈折体の長軸方向に垂直な断面において直接接する三つの円の中心を結ぶ三角形は、三辺の長さがほぼ等しくなっている請求の範囲7記載の反射型偏光板。
- [9] 前記複数の複屈折体は、それぞれ、長軸方向に垂直な断面における円の径がそれぞれほぼ等しい円柱体であり、当該断面において最表面層より内側に位置する複屈折体は、別の6個の円柱体である複屈折体と円柱の側面で接している請求の範囲7記載の反射型偏光板。
- [10] 前記複屈折体の各々が繊維である請求の範囲7〜9のいずれかに記載の反射型偏光板。
- [11] 前記複屈折体の長軸方向の屈折率と短軸方向の屈折率のいずれか一方が、支持媒体の屈折率とほぼ一致している請求の範囲10に記載の反射型偏光板。
- [12] 前記複屈折体の長軸方向の屈折率と短軸方向の屈折率のいずれか一方が、支持媒体の屈折率とほぼ一致している請求の範囲1〜9のいずれかに記載の反射型偏光板。
- [13] 請求の範囲1〜9および11のいずれかに記載の反射型偏光板を備え、
前記反射型偏光板が、他の光学機能を示す光学層と積層されてなることを特徴とする積層光学部材。
- [14] 請求の範囲10に記載の反射型偏光板を備え、
前記反射型偏光板が、他の光学機能を示す光学層と積層されてなることを特徴と

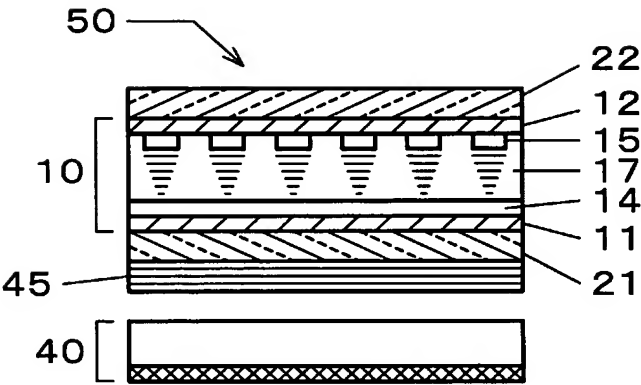
する積層光学部材。

- [15] 請求の範囲12に記載の反射型偏光板を備え、
前記反射型偏光板が、他の光学機能を示す光学層と積層されてなることを特徴とする積層光学部材。
- [16] 前記光学層が吸収型偏光板である請求の範囲13記載の積層光学部材。
- [17] 前記光学層が吸収型偏光板である請求の範囲14記載の積層光学部材。
- [18] 前記光学層が吸収型偏光板である請求の範囲15記載の積層光学部材。
- [19] 前記光学層が位相差板である請求の範囲13記載の積層光学部材。
- [20] 前記光学層が位相差板である請求の範囲14記載の積層光学部材。
- [21] 前記光学層が位相差板である請求の範囲15記載の積層光学部材。
- [22] 前記光学層が位相差板である請求の範囲13記載の積層光学部材。
- [23] 前記光学層が位相差板である請求の範囲14記載の積層光学部材。
- [24] 前記光学層が位相差板である請求の範囲15記載の積層光学部材。
- [25] 前記反射型偏光板の一方の面に吸収型偏光板が積層され、前記反射型偏光板の他方の面に位相差板が積層されている請求の範囲13記載の積層光学部材。
- [26] 前記反射型偏光板の一方の面に吸収型偏光板が積層され、前記反射型偏光板の他方の面に位相差板が積層されている請求の範囲14記載の積層光学部材。
- [27] 前記反射型偏光板の一方の面に吸収型偏光板が積層され、前記反射型偏光板の他方の面に位相差板が積層されている請求の範囲15記載の積層光学部材。
- [28] 請求の範囲13に記載の積層光学部材を備え、
前記積層光学部材が、液晶セルに配置されてなることを特徴とする液晶表示装置。
- [29] 請求の範囲14～28のいずれかに記載の積層光学部材を備え、
前記積層光学部材が、液晶セルに配置されてなることを特徴とする液晶表示装置。

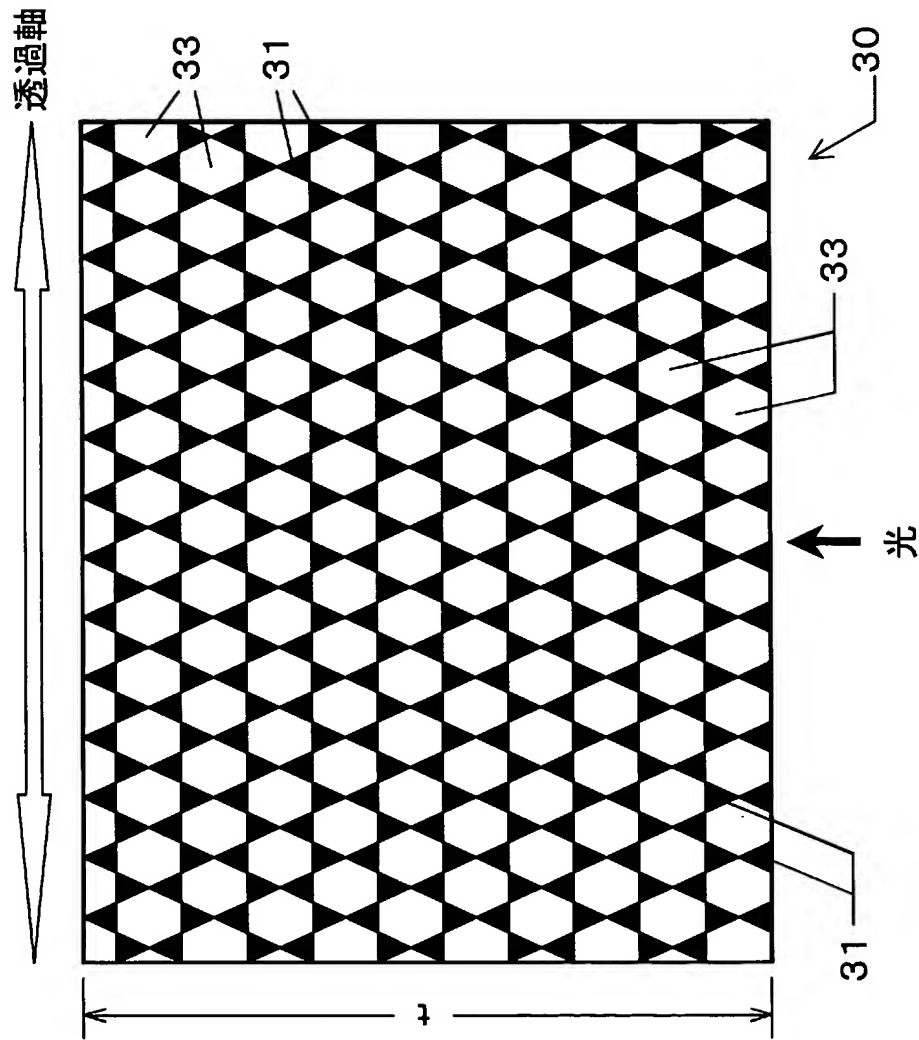
[図1]



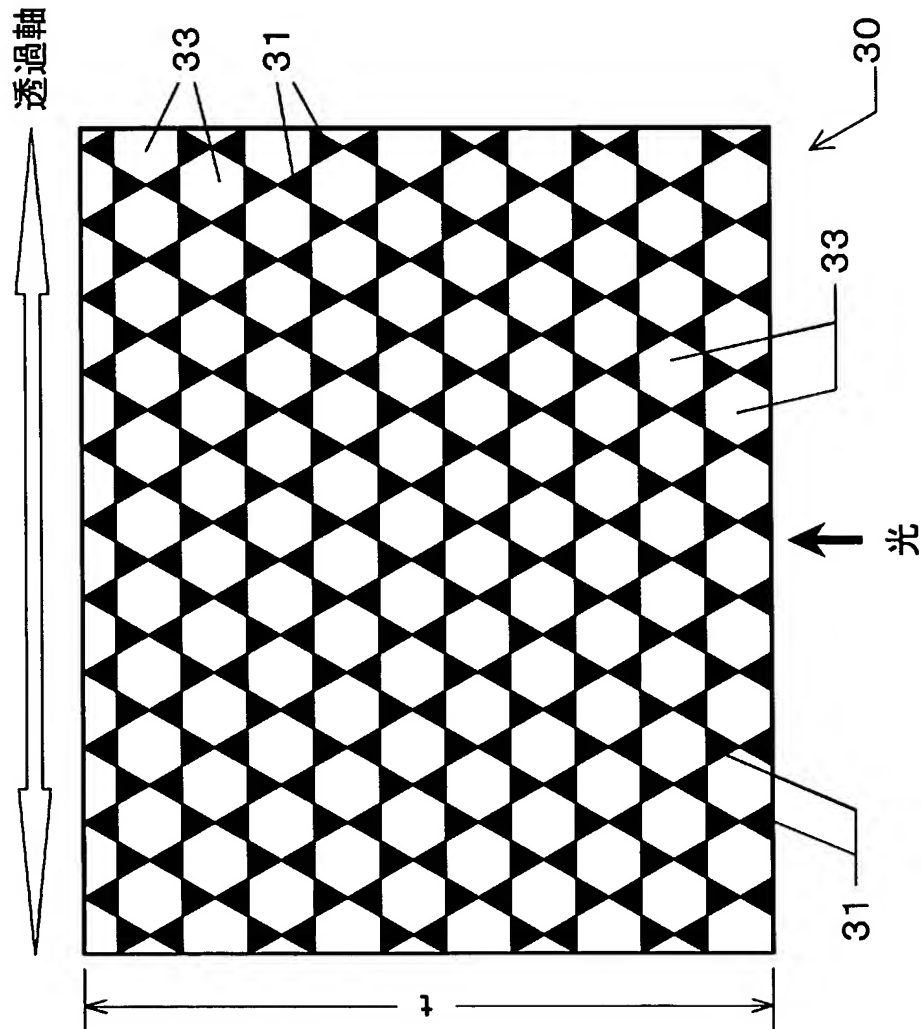
[図2]



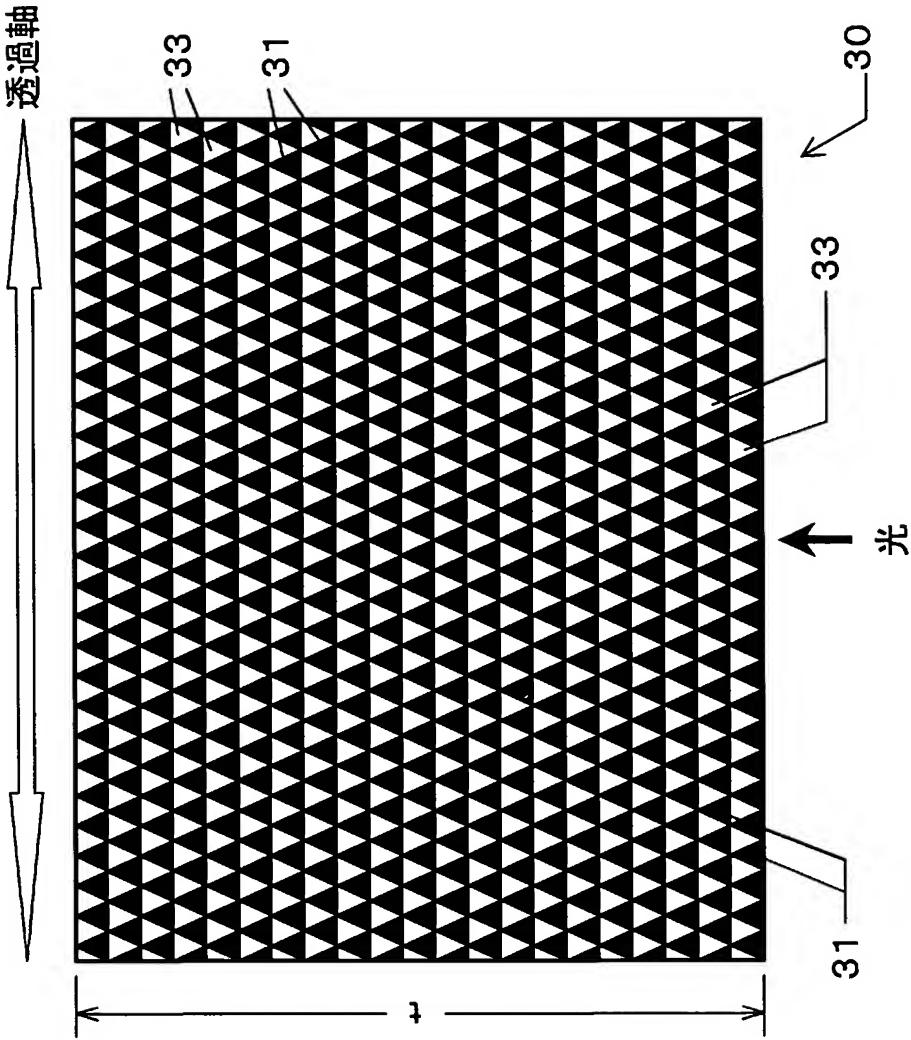
[図3]



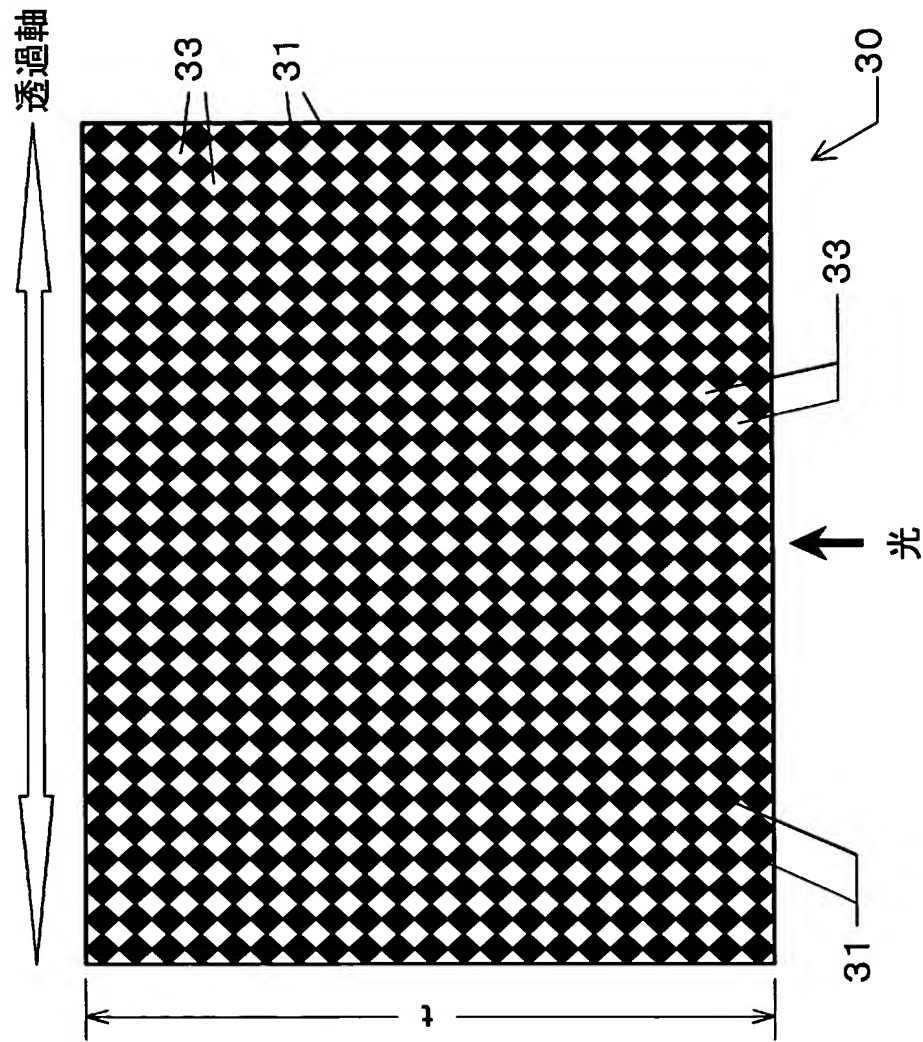
[圖4]



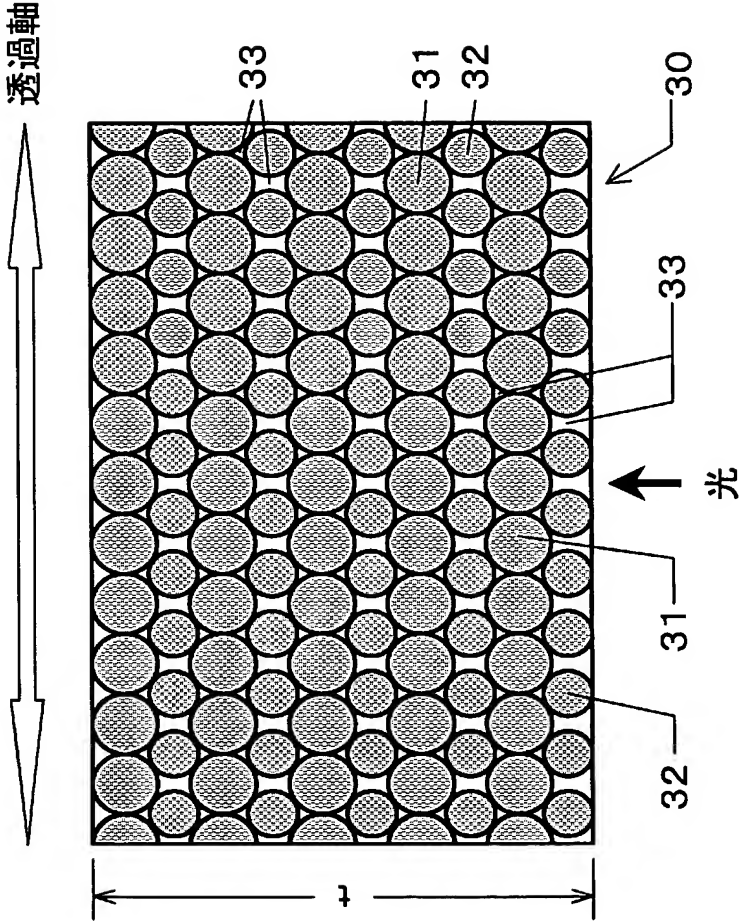
[図5]



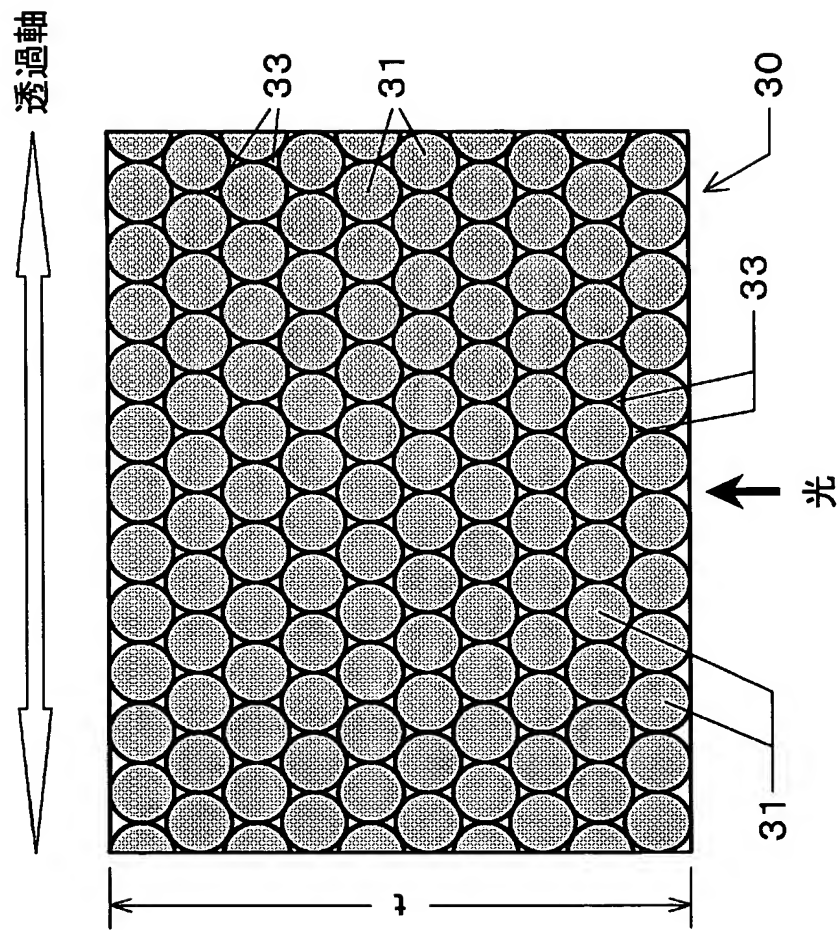
[図6]



[図7]

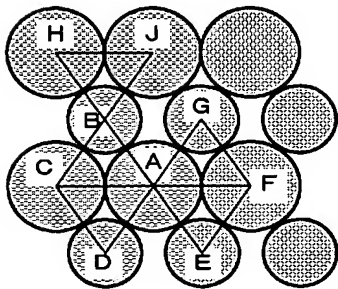


[図8]

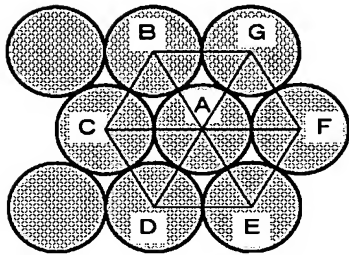


[図9]

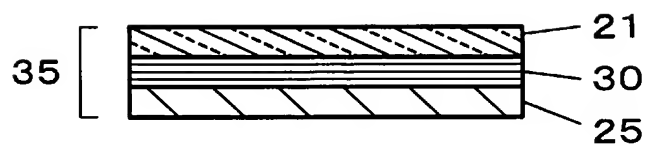
(a) 図7の部分拡大図



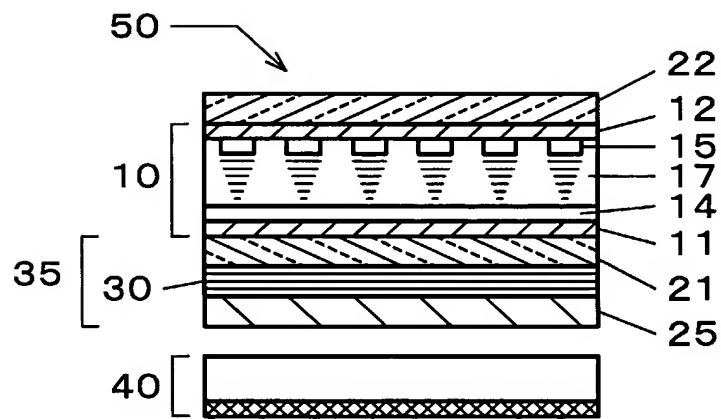
(b) 図8の部分拡大図



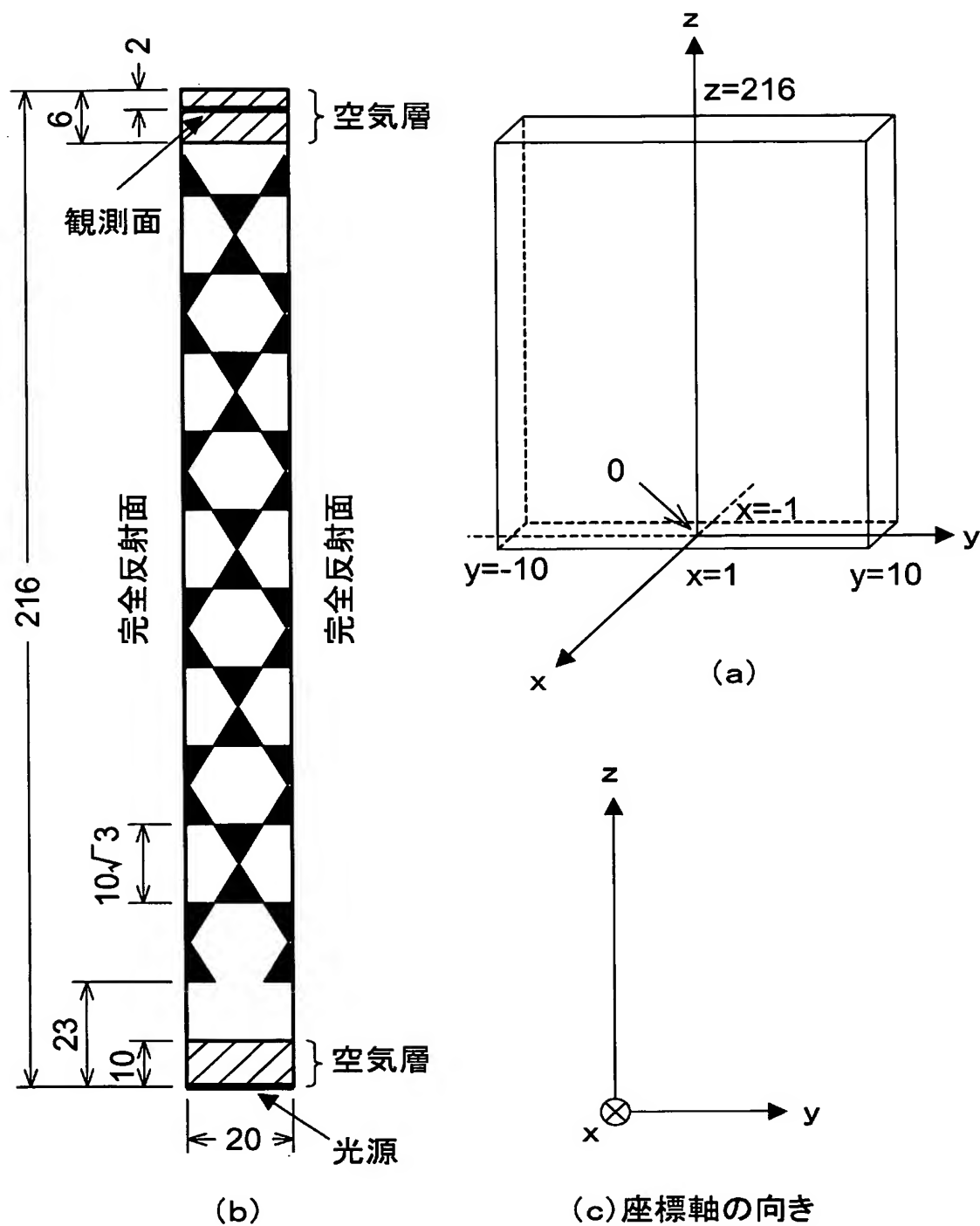
[図10]



[図11]

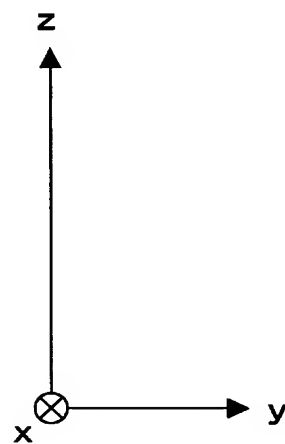
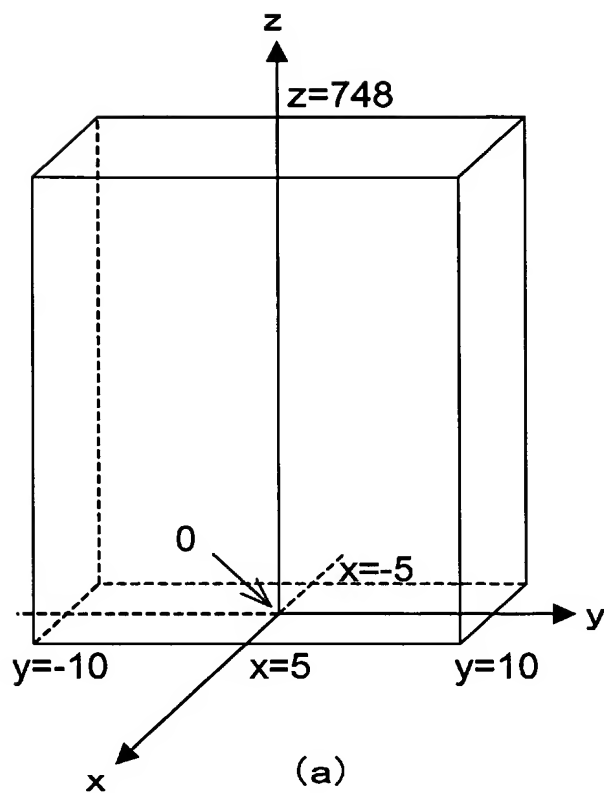
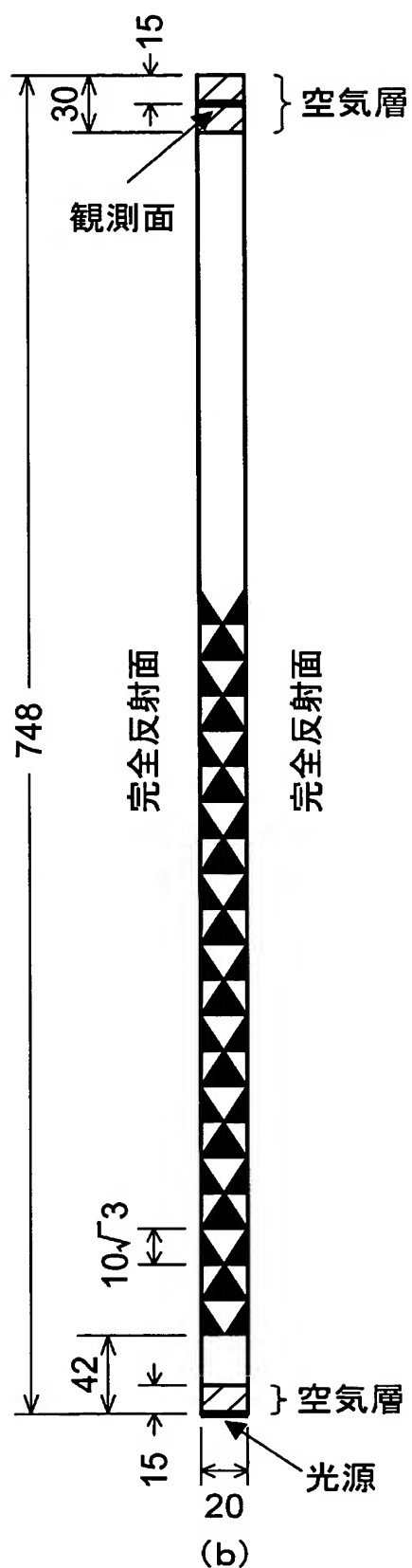


[図12]



数字の単位は μm

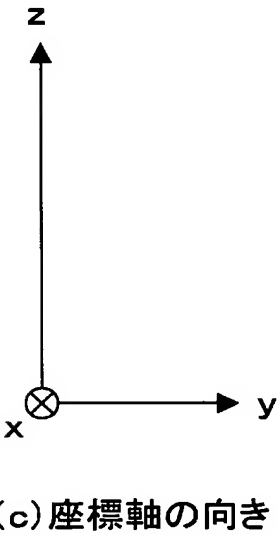
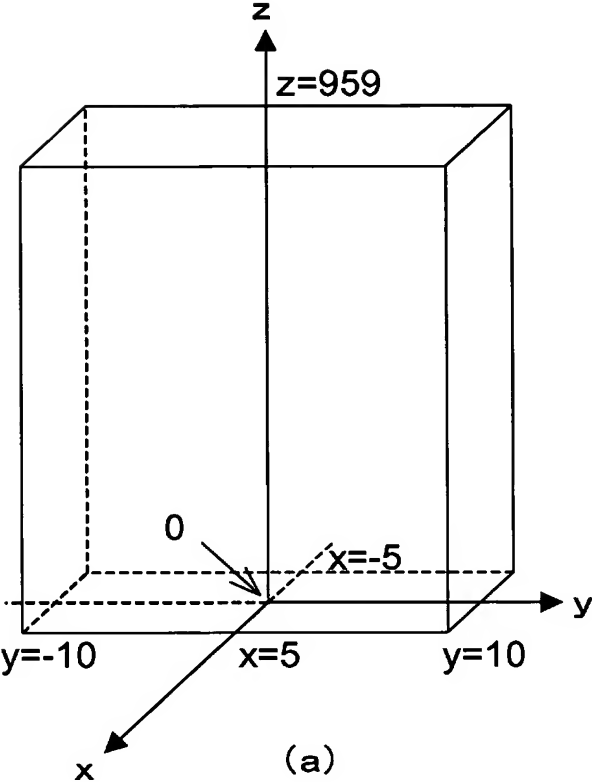
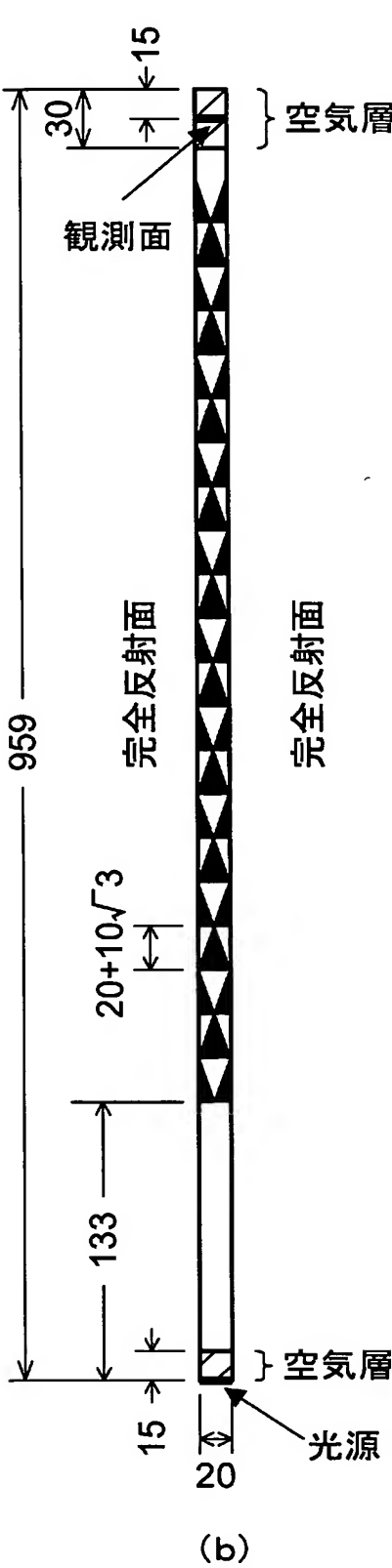
[図13]



(c) 座標軸の向き

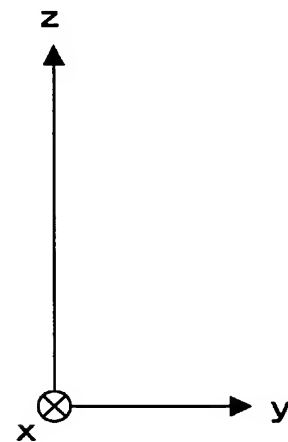
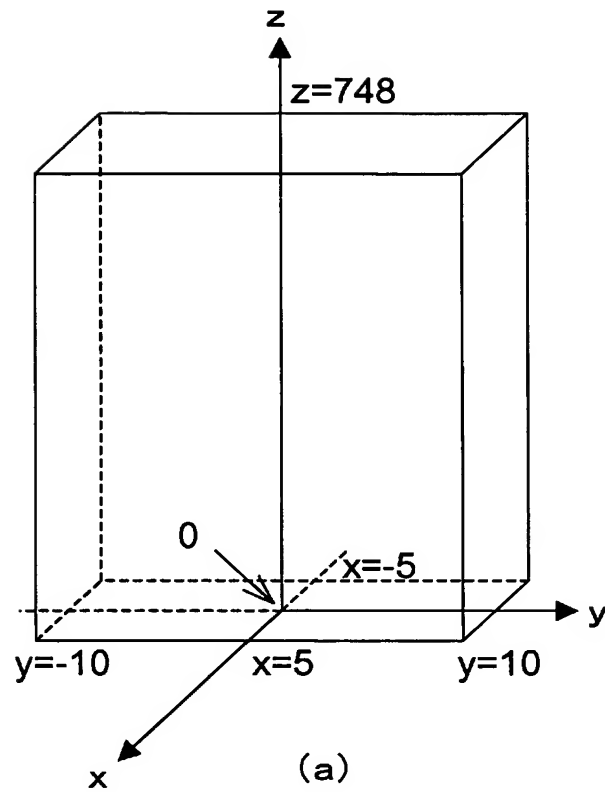
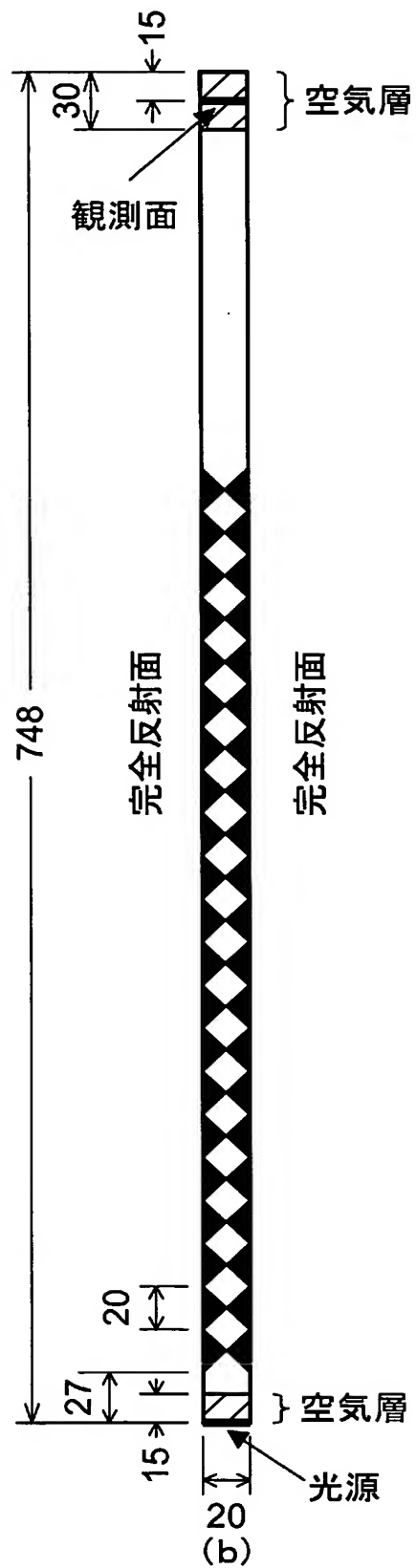
数字の単位は μm

[図14]



数字の単位は μm

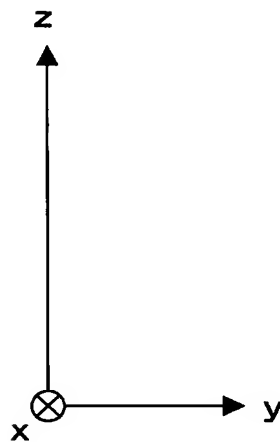
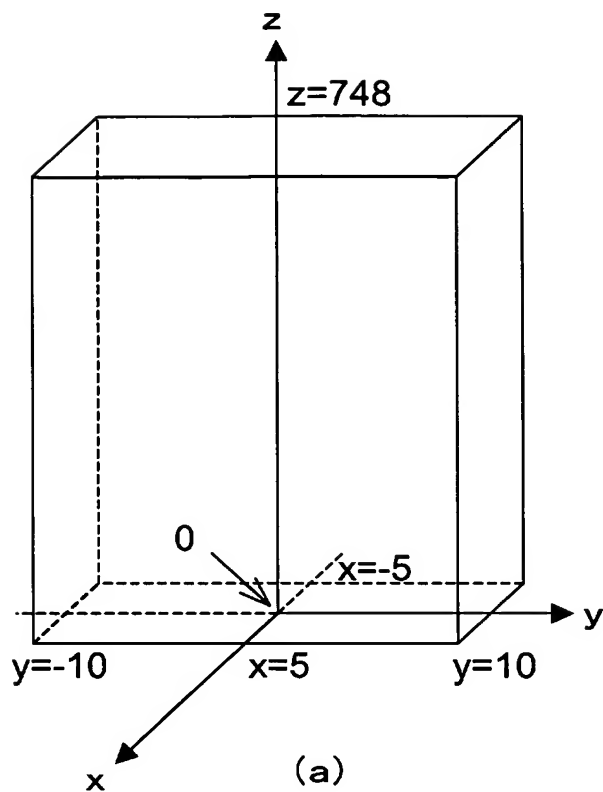
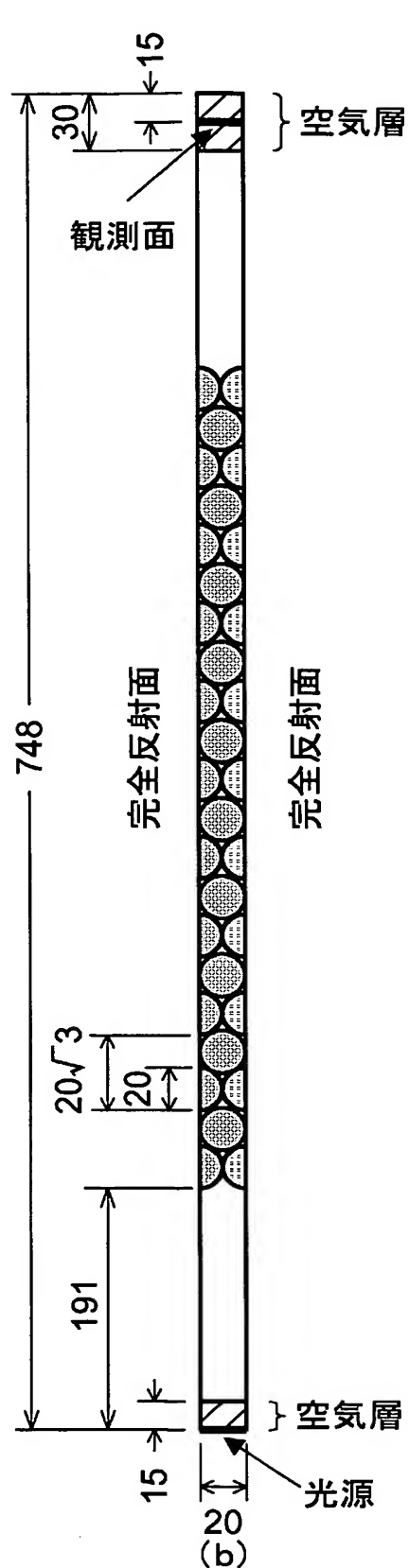
[図15]



(c) 座標軸の向き

数字の単位は μm

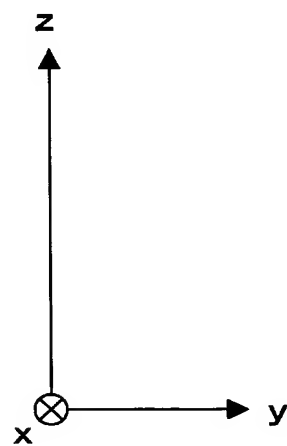
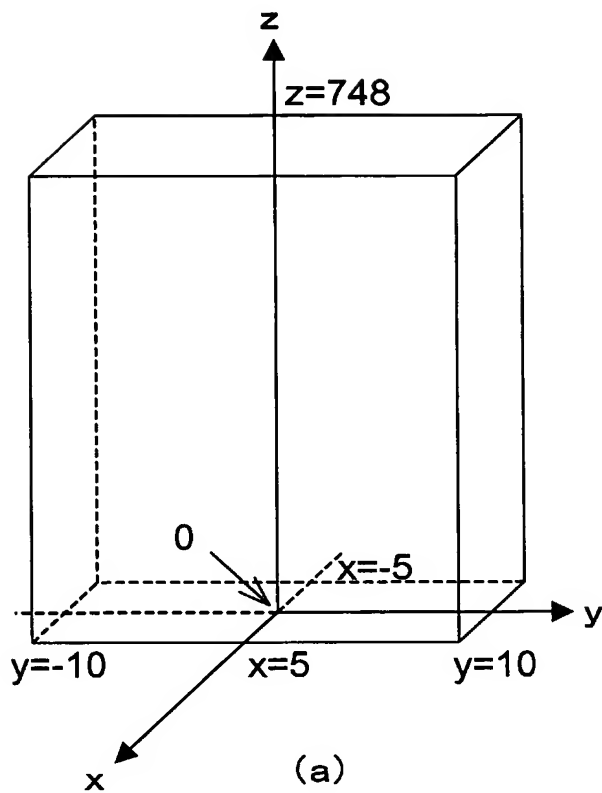
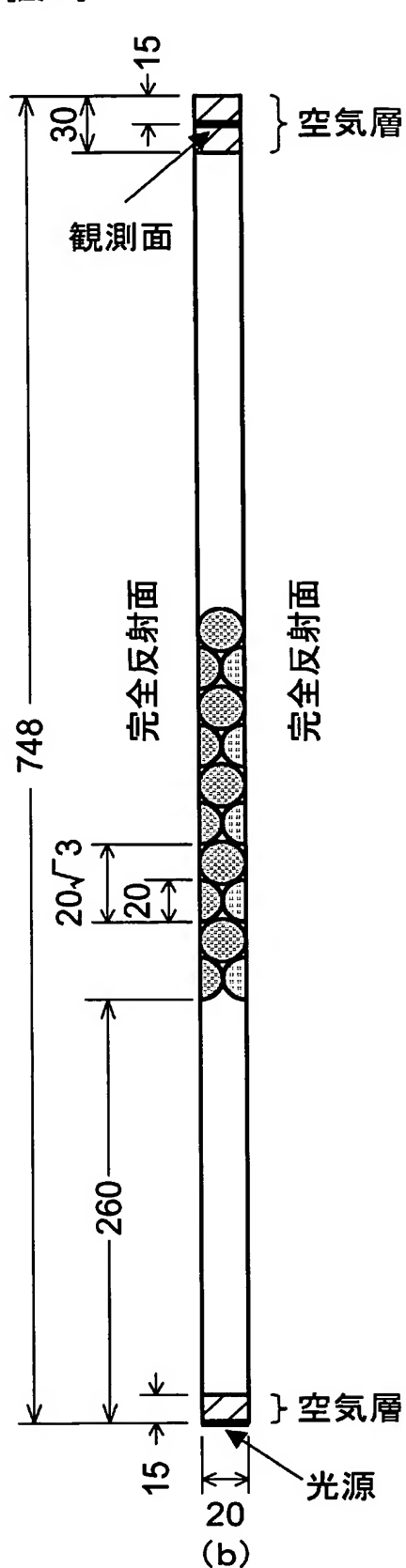
[図16]



(c) 座標軸の向き

数字の単位は μm

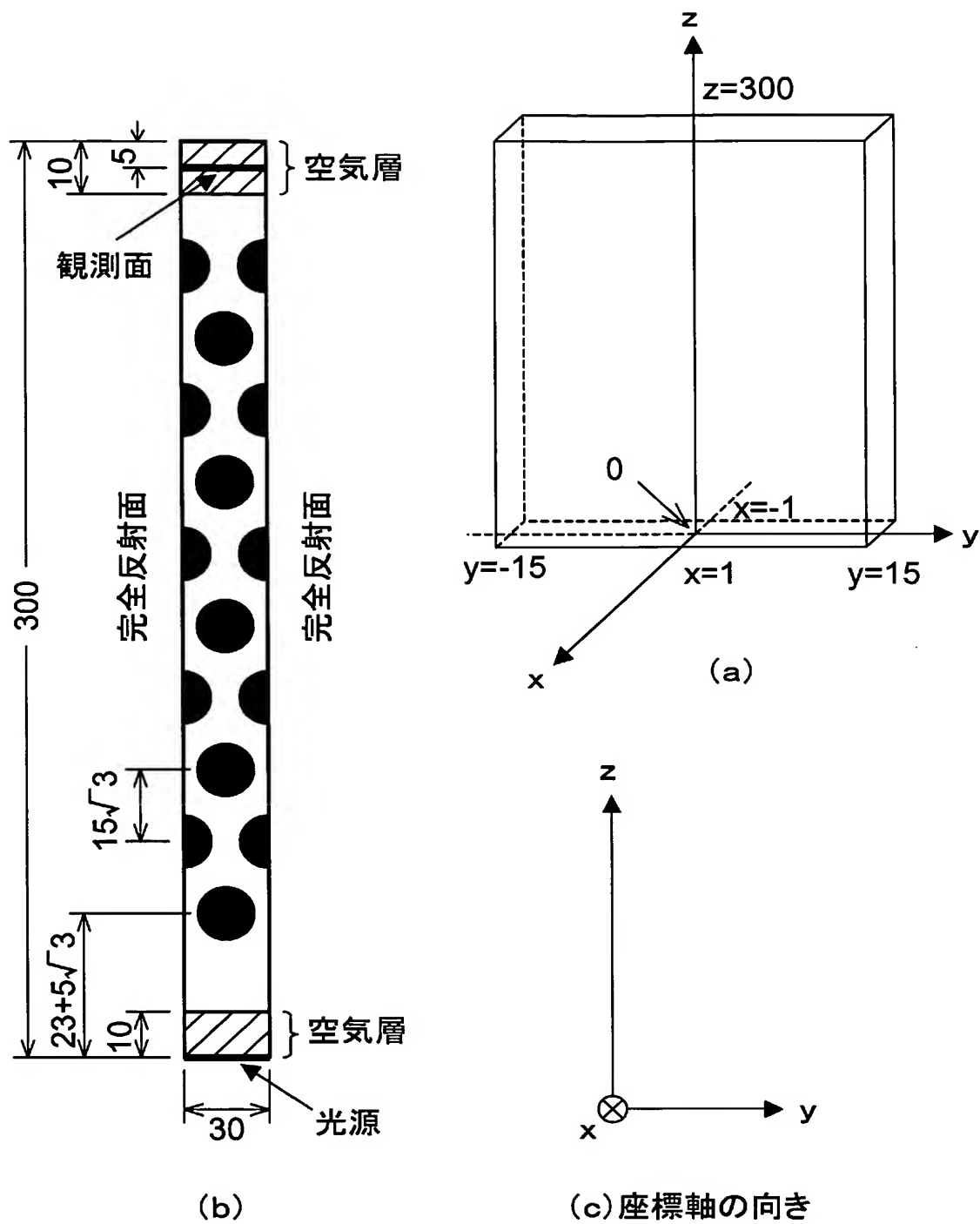
[図17]



(c) 座標軸の向き

数字の単位は μm

[図18]



数字の単位は μm

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010403

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G02B5/30, G02F1/1335

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02B5/30, G02F1/1335

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-506990 A (Minnesota Mining & Mfg. Co.), 06 June, 2000 (06.06.00), Full text; all drawings & WO 97/32224 A1 & AU 9717523 A & US 5825543 A & EP 883821 A1 & BR 9707791 A & CN 1212763 A & MX 9806884 A1 & KR 99087312 A	1-29
A	JP 2000-56133 A (Shojiro KAWAKAMI), 25 February, 2000 (25.02.00), Full text; all drawings & WO 00/08496 A1 & JP 2001-83321 A & EP 1103829 A1	1-29

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
19 October, 2004 (19.10.04)Date of mailing of the international search report
02 November, 2004 (02.11.04)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/010403

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-95027 A (Shimadzu Corp.), 09 April, 1999 (09.04.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-29
P,X	JP 2003-227923 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 15 August, 2003 (15.08.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-29

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G02B 5/30, G02F 1/1335

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ G02B 5/30, G02F 1/1335

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2000-506990 A (ミネソタ マイニング アンド マニュファク チャリング カンパニー) 2000.06.06、全文、全図 & WO 97/32224 A1 & AU 9717523 A & US 5825543 A & EP 883821 A1 & BR 9707791 A & CN 1212763 A & MX 9806884 A1 & KR 99087312 A	1-29
A	JP 2000-56133 A (川上 彰二郎) 2000.02.25、全文、全図 & WO 00/08496 A1 & JP 2001-83321 A & EP 1103829 A1	1-29

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

19. 10. 2004

国際調査報告の発送日

02.11.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号 100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

森内 正明

2 V 9 2 2 2

電話番号 03-3581-1101 内線 3269

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-95027 A (株式会社島津製作所) 1999.04.09、全文、全図 (ファミリーなし)	1-29
P, X	JP 2003-227923 A (日産自動車株式会社) 2003.08.15、全文、全図 (ファミリーなし)	1-29